



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico
para el barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa
departamento de Chontales.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Alejandra del Carmen Espinoza Miranda
Br. Lilliam del Carmen Suarez Martínez

Tutor

Ing. Noé Hernández Durán

Managua, mayo 2019

AGRADECIMIENTOS A:

Dios todopoderoso por permitirnos llegar hasta este punto, por proveernos siempre de lo necesario para la vida y para la realización de este trabajo monográfico.

A la virgen María, nuestra madre por interceder ante nuestro padre Dios, en cada momento difícil.

A nuestros padres, hermanos y amigos que nos dan esa moral para seguir adelante.

A nuestros docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería Región Central Juigalpa por haber compartido sus conocimientos teóricos y técnicos a lo largo de estos cinco años de estudio.

Agradecemos de manera especial a nuestro tutor ing. Noé Hernández Durán por su apoyo y amabilidad al brindarnos sus conocimientos para la realización de este trabajo.

A la institución de ENACAL Central Managua, y Alcaldía Municipal de San Francisco de Cuapa por proporcionarnos la información necesaria para la realización del diseño de agua potable.

Alejandra del Carmen Espinoza Miranda

Lilliam del Carmen Suárez Martínez

DEDICATORIA

Dios, dueño y creador de todo porque me dio la fuerza y la perseverancia para superar cada obstáculo presentado a lo largo de este camino.

Mi familia lo más importante, bello e invaluable que Dios me ha regalado, mi motor que me impulsa a salir a delante y por quien lucho día a día:

Mis padres: **Benito Espinoza** y **Zorayda Miranda** por ser un pilar fuerte en mi vida ,apoyarme siempre que lo necesito, darme ánimos y enseñarme con su ejemplo a luchar cada día por alcanzar mis sueños e inculcarme buenos valores.

Mis hermanos

Joaquín Melquisedec Espinoza Miranda, quien ha sido mi compañero desde que vine a este mundo y por haberme enseñado a no dejarme de la vida y sobreponerme ante cualquier situación.

David Isaac Espinoza Miranda, por haber venido a alegrar nuestras vidas, y sorprendernos cada día con su ímpetu e inteligencia.

Sorayda de la Luz Espinoza Miranda, quien ha llenado de ternura nuestros corazones y ha hecho más felices mis días.

María Denisse Espinoza Miranda, por hacer mi vida más alegre con sus ocurrencias.

Dios les bendiga siempre.

Alejandra del Carmen Espinoza Miranda

DEDICATORIA

A Dios nuestro padre todo poderoso por darme la oportunidad, fuerza y decisión de estudiar y poder culminar mis estudios de Ingeniería Civil.

A la generosidad de mi padre Pedro de Jesús Suarez López (Q.E.P.D.), con quien tengo la deuda de toda mi educación superior; mi madre Guadalupe Martínez Reyes por su apoyo y comprensión.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a los conciudadanos del municipio de San Francisco de Cuapa para que con este trabajo monográfico el ciudadano de Cuapa pueda conocer algunos de los aspectos más interesantes de la falta de abastecimiento de agua.

Lilliam de Carmen Suárez Martínez

RESUMEN

El presente documento monográfico presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, Chontales. En los que se estudian todas las características socioeconómicas y topográficas de dicho barrio.

Como resultado de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó una población de 615 habitantes distribuidos en 102 viviendas (6 hab/vivienda), con una proyección de 1,008 habitantes para un período de diseño de veinte años; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano y 3 pozos perforados comunales que ya cumplieron con su tiempo útil.

El problema central del barrio El Rodeo, es la incidencia de enfermedades renales, provocadas por el consumo de agua sin proceso previo de tratamiento; por lo que la población demanda un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud y el bienestar en sus hogares; además un 90% de los pobladores del barrio deben acarrear agua desde el pozo comunal, haciendo un promedio de hasta cinco viajes al día.

La fuente de abastecimiento propuesta para el abastecimiento de agua potable de los habitantes del barrio El Rodeo, es mediante la captación de aguas subterráneas a través de un pozo perforado, para la construcción de un acueducto por bombeo eléctrico, tipo: pozo, Línea de conducción, tanque de almacenamiento, Red de distribución y tomas domiciliarias de patio, según los datos de población, la demanda y los aspectos técnicos, sociales y económico.

En la formulación del proyecto se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 75 l / hab /día y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas del INAA; determinando una demanda actual de 0.9076 l/s y una demanda futura para el año 2039 (periodo de diseño) de 1.4871 l/s. Con el proyecto se garantizará una cobertura del vital líquido al 100% de la población, partiendo con una demanda inicial de 78416.64 l/día y alcanzando una demanda futura para el 128,485.44 de l/día.

El tanque de almacenamiento propuesto estará ubicado en la parte más alta del barrio El Rodeo que tiene una cota topográfica de 306.55 msnm, propiedad del Sr. Dolores Amador, siendo éste el 40% del CPD, con un volumen de 30.23 m³ equivalente a 7,977 galones.

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software EPANET, del cual se obtuvo para las condiciones de cero consumos en la red que el nodo con la menor presión calculada en la red, es el 4, con 20.26 m.c.a y nodo 7, posee la mayor presión calculada en la red, con 28.73 m.c.a. de igual forma para los consumos de máxima hora se encontró el nodo 4 y nodo 7 donde se concentran las presiones mínimas y máximas del sistema con 14 m.c.a y 23.29 m.c.a, respectivamente. La mayoría de las tuberías cumplen con los rangos de las velocidades permisibles según la norma, siendo la velocidad máxima de 1.08 m/s, se propone utilizar válvulas de limpieza en algunas tuberías para evitar que se acumule sedimento.

Por tanto el sistema propuesto es tipo fuente-tanque- red, conformada por una línea de conducción de 2,970 m de 2" de diámetro, y una red de distribución de 1,175 m con diámetro de 2", 1 ½" y 1". Se obtuvo un costo total de 1.649.336,82.

Acrónimos

CAPRE: Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CPD: Consumo promedio diario.

CMD: Consumo Máximo día.

CMH: Consumo máxima hora.

CTD: Carga total dinámica.

EB: Estación de bombeo.

ENACAL: Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

FISE: Fondo de Inversión social de emergencia.

GPS: Sistema de posicionamiento global.

GPD: Galones por día.

GPM: Galones por minuto.

INIDE: Instituto Nacional de información de desarrollo.

INAA: Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

LPS: Litros por segundo.

LPD: Litros por día.

MSMN: Metros sobre el nivel del mar.

NT: Nivel de terreno.

NTON: Norma técnica obligatoria nicaragüense.

OMS: Organización mundial de la salud.

PVC: Cloruro de polivinilo

INDICE

I. GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos	5
II. DESCRIPCION DEL SITIO.....	6
2.1. Ubicación del proyecto.....	6
2.2. Localización y topografía	7
2.3. Hidrología	8
2.4. Orografía.....	8
2.5. Flora	8
2.6. Fauna	9
2.7. Cultura	9
2.8. Actividades económicas.....	10
2.9. Energía eléctrica	11
2.10. Educación	11
2.11. Salud	11
III. Marco Teórico.....	12
3.1. Análisis de población	12
3.1.1. Tasa de crecimiento poblacional	12
3.1.2. Proyección de la población	12
3.1.3. Método geométrico	13
3.2. Levantamiento topográfico	13
3.3. Periodo de diseño	14
3.4. Estudio de consumo.....	14
3.4.1. Dotación.....	14
3.5. Abastecimiento de agua.....	15
3.5.1. Fuente de abastecimiento	15
3.6. Caudal	16
3.6.1. Caudal promedio diario (QPD)	16
3.6.2. Caudal máximo diario (QMD)	17
3.6.3. Caudal máximo horario (QMH).....	17
3.7. Nivel de servicio.....	17
3.7.1. Conexiones domiciliarias	17

3.7.2. Puestos públicos o multifamiliares	18
3.8.Presiones máximas y mínimas.....	18
3.9.Coefficiente de rugosidad de Hazen Williams	18
3.10.Velocidades permisibles en tuberías.....	19
3.11.Cobertura de tubería	19
3.12.Pérdidas en el sistema.....	19
3.13.Calidad del agua	19
3.14.Almacenamiento de agua tratada.....	19
3.14.1.Funciones del tanque de almacenamiento	20
3.14.2.Tanques enterrados:	20
3.14.3.Tanques superficiales:	21
3.15.Red de distribución	21
3.16. Disposición del sistema.....	22
3.16.1. Fuente- Tanque- Red.....	22
3.17. Líneas de conducción	22
3.17.1. Por gravedad	22
3.17.2. Por bombeo	23
3.18. Emplazamiento ambiental.....	23
IV. Diseño metodológico.....	25
4.1.Trabajo de Campo	25
4.2.Trabajo de gabinete	25
4.3.Estudio de la población.....	26
4.4.Levantamiento topográfico.....	26
4.4.1.Elaboración de los planos topográficos.....	26
4.5.Cálculo de los diferentes tipos de consumo	26
4.5.1. Consumo máximo día	27
4.5.2.Consumo máximo hora	27
4.6.Presiones Máximas y Mínimas.....	27
4.7.Parámetros de diseño.....	27
4.7.1. Periodo de diseño	27
4.8.Diseño de la línea de conducción	28
4.9.Estación de bombeo	29
4.10.1.Carga Total dinámica (CDT)	29
4.10.2.Selección de bomba.....	30
4.10.3.Golpe de ariete	30
4.11.Diseño del tanque de almacenamiento	31
4.12.Tanque de almacenamiento.....	32

4.13.Tratamiento.....	32
4.13.1.Cloración.....	33
4.13.2.Volumen dosificador.....	33
4.14.Análisis de la red en el software Epanet.....	34
4.15.Estimación del presupuesto	35
4.16.Emplazamiento	35
4.17.Procesamiento de datos	36
4.18.Elaboración de informe final.....	36
V. Cálculos y resultados.....	37
5.1. Resultado de la encuesta socioeconómica	37
5.1.1. Población	37
5.1.2. Adquisición de la vivienda	37
5.1.3. Aspectos Socio-Organizativos	38
5.1.4. Incidencias de enfermedades más comunes.....	38
5.1.5. Pago por energía eléctrica	39
5.1.6. Medio de comunicación que utilizan.....	40
5.1.7. Actividad económica	40
5.1.8. Ocupaciones laborales.....	40
5.1.9. Promedio de ingresos del hogar.....	42
5.1.10. Saneamiento e higiene	42
5.1.11. Disposición de la basura	43
5.1.12. Estado actual de las viviendas	44
5.1.13. Abastecimiento actual del vital liquido	45
5.1.14. Disposición de los habitantes para llevar a cabo el proyecto.....	46
5.2. Levantamiento topográfico	46
5.3. Periodo de diseño	47
5.4. Población futura	47
5.5. Tasa de crecimiento.....	48
5.6. Estimación de consumo	49
5.7. Fuente de abastecimiento propuesta	50
5.8. Obra de captación.....	50
5.9. Estación de bombeo	51
5.10. Cálculo del equipo de bombeo.....	51
5.11. Electrificación del sistema.....	54
5.12. Línea de conducción de bombeo	54
5.12.1. Diámetro	54
5.12.2. Golpe de ariete	55

5.13. Calidad del agua	56
5.14. Tratamiento	56
5.15. Almacenamiento	57
5.16. Red de distribución	59
5.16.1. Análisis hidráulico	60
5.16.2. Análisis con cero consumos en la red	60
5.16.3. Análisis con consumo máximo horario en la red.....	60
5.17. Conexiones domiciliarias	60
5.18. Costo del proyecto	61
5.19. Emplazamiento ambiental.....	61
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
6.1. Conclusiones	63
6.2. Recomendaciones	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Dotación de consumo	15
Tabla 2.Rango de presiones permisibles	18
Tabla 3.Coeeficientes de rugosidad de Hazen Williams.....	18
Tabla 4.Periodo de diseño de los componentes del sistema.....	28
Tabla 5.Rango de edades de los habitantes del barrio El Rodeo.....	37
Tabla 6.Población actual del Barrio El Rodeo	47
Tabla 7.Tasa de crecimiento poblacional	48
Tabla 8.Proyección poblacional y demanda de consumo	49
Tabla 9. Cálculos para el equipo de bombeo	52
Tabla 10. Cálculo de Carga Total Dinámica	52
Tabla 11.Cálculo de bomba.....	53
Tabla 12.Diámetro mínimo	54
Tabla 13.Calculo de sobrepresión.....	55
Tabla 14.Presion total de trabajo.....	56
Tabla 15. Dosificación de cloro	57
Tabla 16.Capacidad de almacenamiento	59

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Macro localización del proyecto	6
Ilustración 2.Micro localización del proyecto	7
Ilustración 3.Petroglifos cerro La Mica	10

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1.Adquisición de las viviendas del barrio El Rodeo	37
Grafico 2.Forma de organización actual.....	38
Grafico 3.Enfermedades que les han causado la mala calidad del agua a los habitantes del barrio.....	38
Grafico 4.Quienes han sido los más afectados por estas enfermedades	39
Grafico 5.Promedio de pago por energía eléctrica	39
Grafico 6.Integrantes de la familia que producen ingresos al hogar por edad	40
Grafico 7.Ocupaciones laborales de los habitantes del barrio El Rodeo	41
Grafico 8. Ingreso promedio mensual de los habitantes del barrio El Rodeo.....	42
Grafico 9.Estado actual de las letrinas.....	42
Grafico 10.Disposición de la basura de cada vivienda del barrio el Rodeo	43
Grafico 11.Material de las paredes de las viviendas	44
Grafico 12.Material de techo de las viviendas	44
Grafico 13.Condiciones de las viviendas del barrio El Rodeo	45
Grafico 14.Como se abastecen actualmente del vital líquido	45
Grafico 15.Disposición de los habitantes para llevar a cabo el proyecto.	46

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES

"Si hay magia en el planeta, está contenida en el agua"

Loran Eisely



I.GENERALIDADES

1.1. Introducción

El agua constituye uno de los elementos esenciales para la vida del ser humano, pues cada persona necesita de este vital líquido para vivir, Cabe mencionar que el agua potable en calidad y cantidad suficiente es fundamental para la reducción de enfermedades en niños y adultos, debido a que una mala potabilización y un deficiente saneamiento de ésta han dado lugar al aumento de la morbilidad infantil en distintos países del mundo.

Nicaragua es uno de los países de América Central y el mundo que utiliza las aguas subterráneas como fuentes de abastecimiento de agua potable; casi un 90% de los sistemas de suministro de agua potable se abastecen de estas aguas, puesto que en lo que a calidad se refiere es muy buena, por no estar expuesta a las contaminaciones externas.

La Alcaldía Municipal de San Francisco de Cuapa dentro de sus funciones ha establecido la Política de mejorar la cobertura efectiva de abastecimiento de agua y saneamiento, mejorar los servicios, promoviendo el uso racional de este recurso tanto en las áreas urbanas como en las rurales, estableciendo metas de manera comprometida y firme en su Programa de gobierno basado en el desarrollo Humano Sostenible.

Los principales problemas que afectan al barrio El Rodeo son la falta de un sistema de agua potable que abastezca en su totalidad a la población de San Francisco de Cuapa, en donde se ve afectado el barrio en estudio. Para dicho problema se pretende proponer alternativas que conlleven a brindar soluciones para los habitantes.

Debido a las importantes necesidades básicas de la población, el presente trabajo monográfico se realizará en base a las normativas nacionales, llevando a cabo los respectivos análisis y cálculos de ingeniería, y utilizado los Software Excel, AutoCAD y Epanet; los cuales, permitirán sistematizar un acueducto de agua potable por bombeo eléctrico para el barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, perteneciente al departamento Chontales.

En este estudio se abordaran las condiciones reales existentes para abastecer de agua potable el barrio el Rodeo a través del diseño de dicho acueducto el cual conlleva todos los aspectos necesarios para la realización de dicho proyecto como lo es un estudio socioeconómico que permita caracterizar a los pobladores, el levantamiento topográfico y el diseño de los elementos del sistema de agua potable según las normas del instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA).

1.2. Antecedentes

El municipio de san francisco de Cuapa ubicado a 25 Km de Juigalpa, cabecera departamental de Chontales, ha sufrido a lo largo de los años la carencia de un buen servicio de agua potable, debido a que en sus inicios los pobladores al no contar con dicho sistema se veían obligados a abastecerse por medio del traslado del vital líquido en recipientes (Balde, Botellas, etc.) para satisfacer de algún modo las necesidades diarias, lo que propiciaba que de esta manera se les contaminara más rápido el agua que iba a ser utilizada para su consumo.

Posteriormente los habitantes se abastecían de los pozos privados y comunales (perforados o excavados a mano) igualmente por medio del traslado en recipientes, pero cabe señalar que el agua extraída de dichos pozos no contaba con ningún tipo de análisis que garantizara a los pobladores un vital líquido libre de bacterias que no fuese a dañar su organismo y que cumpliera con los parámetros establecidos por las normas nacionales de agua potable.

(Claudia Hernández, 2017, p.15) menciona a la organización mundial de la salud cuando expresa que “La calidad del agua potable es un tema de interés universal, el agua es esencial para la vida y todas las personas deberían de disponer de un suministro satisfactorio”.

Actualmente, el municipio posee una red de distribución la cual se alimenta del Rio Oluma, misma que no es suficiente para abastecer en su totalidad a la población, pues la mayor parte de los barrios, entre ellos El Rodeo que no disponen de agua potable razón por la cual se ven obligados a hacer viajes para recoger el vital líquido, además de esto, el agua suministrado en esos pocos barrios es de muy mala calidad, debido a que presenta alta turbidez, mal sabor y sedimentos pequeños, esto a causa de que el sistema de tratamiento y

desinfección no posee las características suficientes para proporcionar al vital líquido un buen proceso de limpieza que garantice seguridad a los consumidores, siendo ciertamente una de las necesidades básicas que debe procurarse atender en todos los lugares del mundo.

Todo ciudadano tiene derecho a contar con un sistema de agua potable que garantice mejoras en su calidad de vida y no un deterioro de la misma, pues un deficiente servicio como el caso en estudio puede ser el principal causante de enfermedades tipo intestinales que puede afectar en gran medida a toda la población en general, pero en mayor magnitud a los niños y personas de la tercera edad por el consumo de agua mal potabilizada que daña directamente su organismo vulnerable.

Según (Massiel, Joel & Álvaro, 2015, p.104) expresa que “Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección”.

Un creciente número de agentes patógenos que se alojan en el agua deben ser eliminados previamente al consumo de la misma, esto se logra cuando existe un buen sistema de tratamiento del cual carece el barrio El Rodeo y cuya función es desinfectar el vital líquido y prepararlo para ser consumido por los pobladores de manera segura a fin de evitar que las personas adquieran bacterias y microorganismos que puedan afectar la salubridad de las mismas.

La principal problemática presentada en este municipio a lo largo de los años y en la actualidad como se mencionaba anteriormente, radica en la carencia de un sistema de abastecimiento de agua potable seguro y completo que garantice un cien por ciento la salubridad de los habitantes, pues el actual proceso de potabilización no genera confianza en los consumidores del municipio.

Según (Gema & Julio, 2002, p.3) expresa que “Una de las mayores necesidades urbanas es un Abastecimiento de agua potable confiable”.

El barrio el Rodeo no cuenta con un sistema de agua potable que abastezca en su totalidad a sus habitantes puesto que no cuentan con un servicio que satisfaga sus necesidades diarias desde las de uso cotidiano hasta la carencia de disponer de un vital líquido potabilizado que garantice calidad y seguridad para el consumo diario de cada uno de los habitantes.

1.3. Justificación

Actualmente el barrio El Rodeo de San Francisco de Cuapa se encuentra prácticamente sin agua potable debido al deficiente sistema de abastecimiento del municipio, esto conlleva a que los habitantes se provean del vital líquido a través del traslado del mismo de los pozos existentes por medio de recipientes los cuales utilizan para sus necesidades diarias y el propio consumo; lo cual ha propiciado la producción de enfermedades sobre todo en los niños, pues el agua represa está expuesta a distintas contaminaciones que afectan directamente la salud de todos los habitantes, más aun cuando no se tiene un buen aseo y control sobre las mismas.

La idea principal de este trabajo monográfico que radica en el diseño de sistema de abastecimiento para el suministro de agua potable nace en vista de satisfacer una importante necesidad, debido a que el agua que están consumiendo estas personas está causando el desencadenamiento de enfermedades por su deficiente proceso de limpieza que hace que el líquido que se va a consumir llegue a los habitantes con mal sabor, mal color y hasta con ciertos sedimentos que sin duda alguna están ocasionando molestias en la población y por ende la disminución de su calidad de vida.

Dicho procedimiento tendrá como fuente el Pozo Perforado Tamarindo, esto será posible mediante un sistema de bombeo el cual impulsará el caudal de diseño para su posterior distribución. Cabe señalar que este recurso hídrico pasará por un proceso de tratamiento previo, cuyo propósito es desinfectar el líquido antes de ser consumido de modo que cumpla con todos los parámetros establecidos por las normativas nacionales de INAA con el fin de que los habitantes tengan acceso a un vital líquido apto para el consumo humano.

Este sistema de agua potable servirá para dar solución a la problemática de la carencia de un medio de abastecimiento seguro en el barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, esto por medio de la aplicación de conocimientos técnicos de ingeniería de modo tal que los pobladores de dicho barrio cuenten con una red que les distribuya agua con muy buenas características fisicoquímicas.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- ❖ Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico para el barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, departamento de Chontales.

1.4.2. Específicos

1. Realizar un estudio socio-económico que permita la determinación de los aspectos que definen el Barrio El Rodeo.
2. Definir la topografía del área en estudio para el diseño de los diferentes componentes del sistema.
3. Dimensionar cada uno de los elementos que formarán parte del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Modelar la red de abastecimiento de agua potable a través del software Epanet.
5. Estimar costos de obra para la ejecución del proyecto.
6. Evaluar el emplazamiento de la obra.
7. Elaborar planos del proyecto.

CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

"El agua es el alma madre de la vida y la matriz, no hay vida sin agua"

Albert Szent - Gyorgyi



II. DESCRIPCION DEL SITIO

2.1. Ubicación del proyecto

Cuapa deriva de "**coatl pan**", que traducido del náhuatl significa: "**por encima de la serpiente**" y nace como un lugar de tránsito y de negocios entre el Pacífico, Boaco y Zelaya Central, siendo la actividad más fuerte desde ese entonces la ganadería, que se trasladaba por los llanos de Malacatoya hasta Granada.

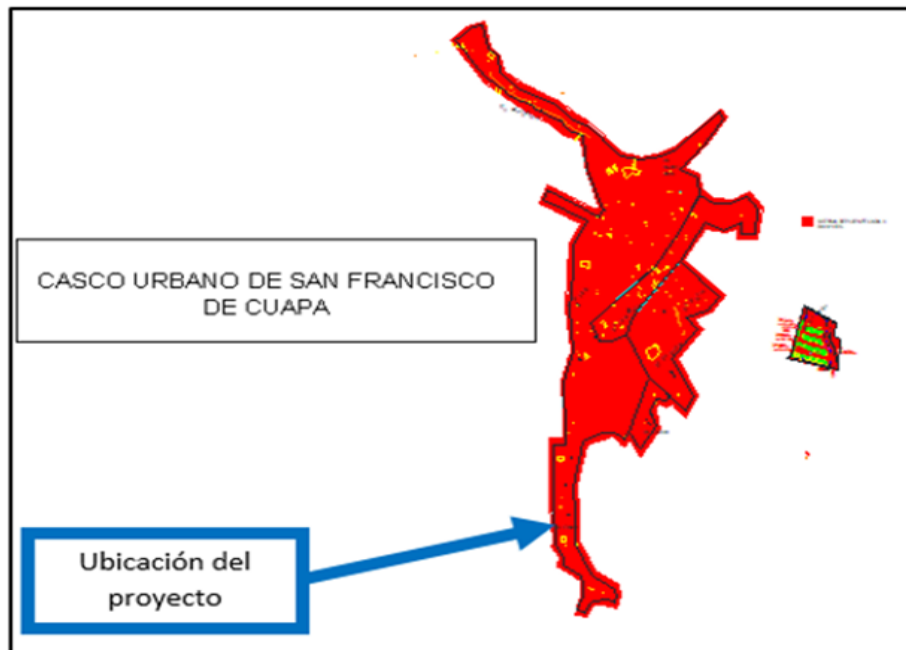
El barrio El Rodeo ubicado en el municipio de San Francisco de Cuapa se encuentra a 25 Km de Juigalpa (Cabecera departamental de Chontales), La población urbana está representada por un 39% de la población total equivalente a 2,161 habitantes según VIII Censo de Población y IV de Vivienda, 2005. Se presenta imagen de macro localización (ver figura 1) y micro localización (ver figura 2).

Ilustración 1. Macro localización del proyecto



Fuente: Sitio web

Ilustración 2. Micro localización del proyecto



Fuente: Enacal

2.2. Localización y topografía

El Municipio de Cuapa está ubicado en la Región Central de Nicaragua, en el Departamento de Chontales a 12° 16´ de Latitud Norte, y 85° 23´ de Longitud Oeste y con una altitud de 320msnm y una extensión territorial de 277km².

Sus límites son:

Al Norte: el municipio de Camoapa

Al Sur: el municipio de Juigalpa

Al Este: el municipio de La Libertad

Al Oeste: el municipio de Comalapa

La topografía del terreno es irregular con pendientes variables.

La textura de los suelos se caracteriza los arcillo-arenosos y arcillosos a arcillo-arenosos como los más predominantes en el municipio:

Arcillo-arenoso: Es el tipo de suelo predominante en el municipio y se encuentra en casi todas las comarcas (Chavarría, San Francisco de SAN FRANCISCO DE CUAPA, Cuapita de las apariciones, El Carmen, El Cangrejal, El Cedral, El Despoblado, El Pintor, El Silencio N°1 y N°2, El Tamarindo, El Tule, El Venado, El Zancudo, Llano Grande, Matayagual, Montañuela, Montecristo, Quilile, San Luis y Santa Juana. Cubren 22,354 hectáreas. Son suelos medianamente profundos, bien drenados, diferentes pendientes. La mayoría presentan efectos de erosión.

Arcillosos a Arcillo-arenosos: se encuentran predominantemente en el sector norte y suroeste del municipio (en sectores de las comarcas El Venado, El Silencio N°1 y N°2), lo mismo que en pequeños sectores de las comarcas El Pintor, Chavarría, Montecristo, San Luis, Santa Juana y la cabecera municipal. Cubren 3,837 hectáreas. Son suelos medianamente profundos, bien drenados y con problemas de erosión.

2.3. Hidrología

Hidrográficamente, los ríos de SAN FRANCISCO DE CUAPA pertenecen a dos cuencas: unos son afluentes para aquellos que desembocan en el Gran Lago de Nicaragua, otros son afluentes que desembocan en el Río Grande de Matagalpa, que a su vez desemboca en El Caribe. De la vertiente del Gran Lago sobresalen el río de Cuapa, el Pirre y el Higo. De la vertiente del Caribe sobresale el río Murra.

2.4. Orografía

Las elevaciones más importantes son: Cerro Margarita (958 msnm), Cerro La Victoria (891), Cerro Buena Vista (872), Cerro Las Cuchillas (865), Matayagual (828), Cerro Tumbé (818), Cerro El Parlamento (758), Cerro Oluma (760 m), Cerro La Mica (595). Una elevación importante, de interés turístico es La Piedra de Cuapa.

2.5. Flora

La vegetación predominante en el Municipio es de pastizales más malezas y considerables áreas boscosas; entre las especies más comunes encontramos: Guácimo molenillo, Guácimo de ternero, Quebracho, Madroño, Guanacaste

blanco, Laurel, Jiñocuabo, Caraña, Guaba (Inga paterno), Güiligüiste, Níspero, Zopilote, Guapinol, Carao, Gavilán, Roble, Cedro, Madero negro, Genízaro, Jícaro.

2.6. Fauna

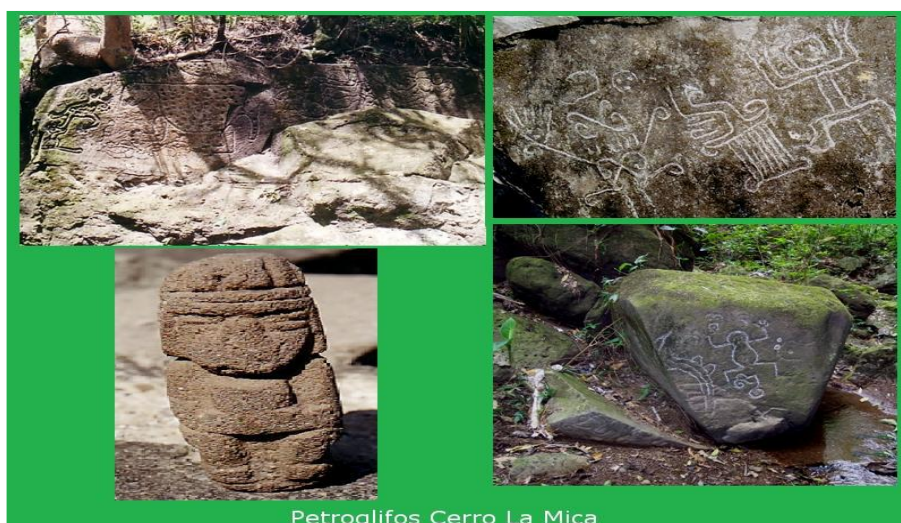
Entre las principales especies de fauna silvestre en el Municipio, se encuentran las siguientes: Cuyuso, Zaino, Mapachín, Cusuco, Puerco Espín, Gato Ostoche, Tigrillo , Ardilla, Coyote, Guatusa, Comadreja, Guarda Tinaja, Mono Congo, Musaraña, Leoncillo, Perezoso, Venado, Lora Verde, Oso Hormiguero, Cascabel, Coral, Matabuey, Barba amarilla, Chocoyo Can Can, Chocoyo Zapoyol, Salta piñuela, Zanate, Guardabarranco, Tucán, Gavilán, Querques, Búho, Lechuza, Conejo, Pocoyos, Zorro Cola Pelada, Chachalaca, Guapotes, Sábalo.

2.7. Cultura

El Municipio de San Francisco de Cuapa, cuenta con una tradición cultural, que se apega mucho al aspecto religioso, principalmente con la Aparición de la Virgen María, lo cual lo ha definido como un lugar de romería y visita de muchas personas de todos los lugares de Nicaragua, con esta expresión cultural se ubica al Municipio como un destino de turismo de mucha importancia, en el Municipio se realiza los días 7 y 8 de Mayo de cada año, son los días en que se celebra el aniversario de las apariciones, calculándose en el año 2012, en aproximadamente **30,000** personas las que visitaron este lugar.

Rodeada de grandes rocas y de una exuberante vegetación se encuentra la Quebrada La Mica, cuyo nombre tiene origen en los múltiples petroglifos de monos que de antaño dibujaron los aborígenes. Esta Quebrada abastece al Río de Cuapa y pasa justo frente al lugar de las Apariciones de la Virgen María, otro sitio turístico y religioso que trascendió fronteras. Fue precisamente en ese lugar que en los años ochenta, según la anécdota, la Virgen se le apareció al sacristán, ya fallecido, Bernardo Martínez.

Ilustración 3. Petroglifos cerro La Mica



Petroglifos Cerro La Mica

Fuente: Alcaldía municipal de Cuapa

2.8. Actividades económicas

San Francisco de Cuapa, al igual que el resto de los Municipios del Departamento de Chontales, tiene centrada su economía en la ganadería y agricultura, específicamente en lo referente a la crianza de ganado mayor, crianza y engorde de animales, como en la comercialización de los derivados de productos lácteos. A nivel de Municipio se cuenta con una Cooperativa Agropecuaria, que tiene su centro de acopio de leche, cuenta con 63 Productores afiliados, los cuales entregan productos estimados en 600 galones de leche al día y aproximadamente 18,000 galones de leche mensual, esta producción es vendida a la Empresa Parmalat de Managua.

En relación a la agricultura, el Municipio basa su producción principalmente en la siembra de productos para el auto consumo aunque también los agricultores han logrado destinar una pequeña parte para la venta. Es importante también hacer mención que Cuapa, cuenta con una considerable cantidad de ciudadanos que han emigrado a otras localidades del País, así como a otros Países, lo anterior significa un monto considerable en remesas y envíos de dinero hacia muchas familias del Municipio.

2.9. Energía eléctrica

El Municipio de San Francisco de Cuapa, cuenta con servicio domiciliario de Energía Eléctrica en toda la Cabecera Municipal, su administración está a cargo de la Empresa Unión Fenosa Disnorte - Dissur. Se cuenta con el 100% de alumbrado público en el área urbano.

2.10. Educación

En el área urbana de San Francisco de Cuapa, Según fuentes del Ministerio de Educación, la población estudiantil es de 1,341 Alumnos en las modalidades: Secundaria Regular, Secundaria Sabatino, Primaria Regular, Primaria Rural y Preescolar Urbano y Rural. Hay 19 Escuelas Urbanas y Rurales. Cabe destacar que en el Instituto San Juan Bautista tiene una inscripción de alumnos de 254 en turno regulares y en educación de adultos que es en turno sabatino existe un total de 113 hasta el momento con un total de 367 de alumnos.

2.11. Salud

Existe un Centro de Salud clasificados como B en el área urbano (ubicado en el sector Numero 4) que atiende una población de 3,321 hab. y de los sectores 1,2,3,y 5 .se atiende una población de 4620 hab. Cuenta únicamente con tres médicos en Servicio Social que integran las unidades de salud.

CAPÍTULO III.

MARCO TEORICO

"El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza"

Leonardo da Vinci



III. Marco Teórico

3.1. Análisis de población

Es siempre necesario antes de iniciar un proyecto, que se realice un estudio de los aspectos socio-económicos de la zona en estudio a fin de tener un claro conocimiento de las actividades sociales y económicas que son llevadas a cabo por los pobladores y de este modo obtener una correcta evaluación de la inversión, puesto que la realización de un sistema de abastecimiento de agua potable implica cuantiosos gastos económicos para la localidad y su población.

3.1.1. Tasa de crecimiento poblacional

Es la tasa a la que está aumentando una población durante un tiempo determinado a causa de aumentos naturales, que se expresa como un porcentaje de la población base. Se toma en cuenta todos los componentes de crecimiento de la población: nacimientos, muertes y migración. Las informaciones de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INEC Y EL MINSA.

La determinación de la cantidad de habitantes para los cuales ha de diseñarse el es un parámetro importante en el cálculo del caudal de diseño. Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio.

3.1.2. Proyección de la población

Una proyección de población es un cálculo que se refiere al crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado. En los diseños de los sistemas de agua potable, el estudio de población determina además del dimensionamiento de sus componentes, las características de operación del mismo, por tanto la escogencia del método para proyectar el crecimiento poblacional a través del periodo de diseño de determinado proyecto es muy importante.

La población de inicio del periodo de diseño, demanda menor cantidad de agua y fatiga menos las infraestructuras que la población del final del periodo. Esto trae ventajas y desventajas a un sistema de abastecimiento debido a que la estructura es la misma durante todo el periodo de diseño, en consecuencia al inicio las tuberías y almacenamientos están sobradas en capacidad y al final del periodo el almacenamiento y las tuberías estarán demandadas a su completa capacidad.

3.1.3. Método geométrico

Este método es aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija, es el de mayor uso en Nicaragua. Ésta será determinada conforme el estudio de población efectuada para este barrio y tomando en cuenta los siguientes parámetros establecidos en la norma del INAA, basándose en el crecimiento histórico.

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor de 2.5%
- 3) Si el promedio de la proyección de la población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - a) Menor al 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - b) Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%
 - c) No menor del 2.5%, ni mayor que 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

3.2. Levantamiento topográfico

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo en nuestro caso teniendo previamente seleccionados los sitios donde estará ubicados cada uno de los componentes del sistema como son la obra de captación, tanque de almacenamiento, la línea de conducción y la red de abastecimiento se procederá a la realización de dichos planos topográficos.

El estudio topográfico se debe realizar a lo largo de una ruta propuesta por donde tentativamente pasará la tubería, tomando los detalles de caminos, quebradas, cercos, ubicación de viviendas, fuentes de agua y otros aspectos que se estimen. En este levantamiento del terreno se toman los datos necesarios que sirven de guía para establecer las diferencias de alturas del mismo, la carga por elevación y los niveles de descarga del agua.

3.3. Periodo de diseño

Se entiende por periodo de diseño el tiempo en el cual se estima que las obras por construir serán eficientes. Éste es menor que la vida útil o sea el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan anti económico su uso. Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema.

Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese lapso se proporcionará un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto.

3.4. Estudio de consumo

3.4.1. Dotación

La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona, se expresa en litros por persona por día (lppd). Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga, o poblaciones cercanas con características similares.

La dotación está formada por:

- ❖ caudal doméstico
- ❖ caudal industrial
- ❖ caudal comercial
- ❖ caudal público.

Tabla 1.Dotación de consumo

RANGO DE POBLACIÓN	DOTACIÓN	
	Gl/hab/dia	Lt/hab/dia
0-5000	20	75
5000-10000	25	95
10000-15000	30	113
15000-20000	35	132
20000-30000	40	151
30000-50000	45	170
500000-100000	50	189

Fuente: NTON 09003-99

3.5. Abastecimiento de agua

Una red de agua potable se conforma de un conjunto de elementos que proveen de agua a los habitantes de una población en forma satisfactoria, cumpliendo con varios requisitos, como son presiones adecuadas, disponibilidad de agua en cada punto de la red, costo mínimo y calidad del agua, todo ello durante un periodo razonable de tiempo. Dicha red normalmente tiene un funcionamiento hidráulico complejo, conservando una estrecha relación entre los elementos y partes fundamentales que la componen.

3.5.1. Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo al sitio y naturaleza de la fuente así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo. Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población.

3.5.1.1. Aguas superficiales

Las aguas superficiales están constituidas por arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.

3.5.1.2 Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. Estas fuentes están protegidas generalmente por esta razón están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para el consumo humano. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos.

3.6. Caudal

Se refiere a la demanda de agua potable, es decir la cantidad de agua que se requiere para satisfacer el consumo de la población en el suministro del vital líquido, para que esto sea posible deberá determinarse el Caudal promedio diario (Q_{PD}), Caudal Máximo Diario (Q_{MD}), y el Caudal Máximo Horario (Q_{MH}).

Históricamente se ha creído que el consumo de agua depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se ha demostrado que el consumo de agua es también influenciado por factores tales como el clima, nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo de las tuberías, fugas y existencia de alcantarillado sanitario.

3.6.1. Caudal promedio diario (Q_{PD})

El Consumo promedio diario se obtiene de la dotación de acuerdo al nivel de servicio adoptado por la cantidad de usuarios.

Formulado de la siguiente manera:

$$\text{CPD} = \text{Dotación} * \text{Habitantes} = \text{l/d}$$

3.6.2. Caudal máximo diario (QMD)

En uno o más días del año se dará un máximo consumo por encima del promedio diario total, al que se conoce como caudal de máximo día, éste corresponde al 150% del QPD.

Se expresa como:

$$\text{QMD} = 1.5 * \text{QPD}$$

3.6.3. Caudal máximo horario (QMH)

Durante el transcurso del día de máxima demanda, también se presentan fluctuaciones horarias en el consumo de agua, éstas pueden ser máximas y mínimas; el exceso máximo horario que se presenta en dicho día sobre el consumo promedio diario total, se conoce como caudal de máxima hora. Corresponde al 250% del QPD.

Se expresa como:

$$\text{QMH} = 2.5 * \text{QPD}$$

3.7. Nivel de servicio

El nivel de servicio es la forma de suministrar el agua potable, para este barrio es una conexiones domiciliarias de patio, a los cuales se les aplicó una dotación de 75l/p-d, lo cual es la indicada por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09003-99), esto fue asumido de esta manera dada Consiste en una llave domiciliar única colocada en el patio de la vivienda.

Se denominan tres tipos de nivel de servicio según la capacidad de la fuente de abastecimiento:

3.7.1. Conexiones domiciliarias

Es la instalación que se deriva de la tubería de la red de distribución de agua y termina dentro del predio del usuario alimentando varios artefactos sanitarios.

3.7.2. Puestos públicos o multifamiliares

Reciben el servicio a través del acceso de pequeñas fuentes de abastecimientos de agua de uso exclusivo, o a partir de piletas publicas abastecidas por una red. Las familias deben trasportar el agua hasta su domicilio.

3.8. Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones propicias en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible en los valores siguientes:

Tabla 2.Rango de presiones permisibles

PRESION MINIMA	14 METROS
PRESION MAXIMA	50 METROS

Fuente: NTON 09003-99

3.9. Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams

Los coeficientes de rugosidad están en dependencia de los materiales de los diferentes conductos especificados para la línea de conducción de sistema indicado de la norma de INAA. Este factor sirve para calcular la pérdida de carga en metros.

Tabla 3.Coefficientes de rugosidad de Hazen Williams

Tipo de material	Coeficiente
Tubo de hierro galvanizado	100
Tubo de concreto	130
Tubo de hierro fundido	130
Tubo PVC	150

Fuente: NTON 09003-99

3.10. Velocidades permisibles en tuberías

La velocidad recomendada para el flujo en la línea de los conductos está brindada de las normas de INAA de modo de prevenir una degradación o erosión en las tuberías esta son las siguientes:

Velocidad mínima 0.6 m/s

Velocidad máxima 2.0 m/s

3.11. Cobertura de tubería

La cobertura sobre la corona de la tubería de los diferentes tipos de cruce de carreteras y caminos está dada en dependencia del tipo de flujo vehicular de los caminos por donde se interceptan. En flujos mayores se recomienda una cobertura como mínimo 1.20 metros y en flujos menores una cobertura 1.00 metro.

3.12. Pérdidas en el sistema

Las pérdidas totales se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para sistemas nuevos.

3.13. Calidad del agua

La calidad del agua tiene que ver con las condiciones para la preservación de las fuentes de agua, para evitar contaminaciones de tipo doméstico, agrícola e industrial. El agua de calidad potable, será aquella que al ser consumida por la población no causará daño a la salud del usuario, para lo cual debe cumplir con los requisitos físico-químicos establecidos en los reglamentos. Por otra parte, el agua para consumo humano es aquella utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios, servicios sanitarios y otros menesteres domésticos.

3.14. Almacenamiento de agua tratada

El almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones. Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además equilibra el suministro de

aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución.

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible de la comunidad, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio. Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución.

3.14.1. Funciones del tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Conservar un volumen de reserva para Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

La selección del tipo de tanque depende del material disponible en la región de las condiciones topográficas y de la disponibilidad de terreno.

3.14.2. Tanques enterrados:

Estos tanques se construyen bajo el nivel del suelo. Se emplean preferentemente cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. Los tanques enterrados tienen como principal ventaja el proteger el agua de las variaciones de temperatura y una perfecta adaptación al entorno. Tienen el inconveniente de requerir importantes excavaciones tanto para el propio tanque como para todas sus instalaciones de conexión con la red de distribución y la línea de conducción además la dificultad de control de posibles filtraciones que se presenten.

3.14.3. Tanques superficiales:

Están contruidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo es común cuando el terreno es "duro" o conviene no perder altura y se tiene la topografía adecuada. Dichos tanques se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona por servir de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea de 15 m y la diferencia de altura entre el nivel del tanque en el nivel máximo de operación y el punto más bajo por abastecer sea de 50m.

3.15. Red de distribución

La red de distribución es la parte de la red que conduce el agua a todos los puntos donde se requiere el servicio. Se diseña para satisfacer los requerimientos máximos de agua que pueden ser de tipo doméstico, comercial, industrial y público. Dicha red deberá satisfacer el régimen variable de demandas de agua con las presiones máximas y mínimas adecuadas en cualquier momento. Un buen sistema de red de distribución conlleva a satisfacer las necesidades de abastecimiento de agua potable a la población con cantidad, calidad y continuidad, a través de las tomas de tipo domiciliar.

Las partes que integran la red de distribución son:

4. La línea de alimentación
5. La red primaria
6. La red secundaria.

La línea de distribución se inicia, generalmente, en el tanque de agua tratada la cual consta de:

- Estaciones de bombeo.
- Tuberías principales, secundarias y terciarias.
- Tanques de almacenamiento intermediarios.
- Válvulas que permitan operar la red, y sectorizar el suministro en casos excepcionales, como son: en casos de rupturas y en casos de emergencias por escasez de agua.

- Dispositivos para macro y micro medición. Se utiliza para ello uno de los diversos tipos de medidores de volumen;
- Derivaciones domiciliarias.

3.16. Disposición del sistema

3.16.1. Fuente- Tanque- Red

Esta alternativa consta de la impulsión del agua hasta un sistema de almacenamiento esto para proveer en periodos de bajo suministro, ésta después pasa a la red de distribución domiciliar. Este sistema es de carácter económico ya que permite que las bombas trabajen a un nivel óptimo, además el almacenamiento puede ser utilizado en caso de incendios.

3.17. Líneas de conducción

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control que permitan el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión. Esta se puede diseñar para trabajar por gravedad o por bombeo.

3.17.1. Por gravedad

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponible. Es decir, se hace uso de la topografía existente de manera que la conducción se lleve a cabo sin necesidad de bombeo y se alcanza un nivel aceptable de presión. Algunas ventajas de este esquema son la inexistencia de costos de energía, operación sencilla, bajos costos de mantenimiento y reducidos cambios de presión.

3.17.2. Por bombeo

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para transportar el gasto de diseño. Se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua. En ciertos casos cuando aún no se cuenta con un tanque de almacenamiento para la provisión y balance de la demanda de agua, es común que el agua sea bombeada directamente a la red pero cabe señalar que esta opción no es recomendable y debe instalarse lo más pronto posible el tanque respectivo.

3.18. Emplazamiento ambiental

El emplazamiento se compone de una serie de elementos naturales y antrópicos, que dinámicamente conforman sus propias características. Es por ello que se considera importante orientar el estudio del territorio hacia una correcta comprensión física, perceptiva y productiva del territorio. Cada uno de ellos tendrá las siguientes finalidades:

- El análisis físico del territorio:
 - a) Determinar los espacios naturales merecedores de especial protección.
 - b) Delimitar los espacios degradados cuya actuación es necesaria y aportar información sobre el desarrollo de nuevas actividades y las modificaciones que éstas pueden provocar sobre el medio.
- El análisis productivo del territorio: Determinar las posibilidades de explotación de los recursos naturales del territorio para actividades de sustento.
- El análisis perceptivo del territorio:
 - a) Determinar los valores cuantitativos y cualitativos del paisaje.
 - b) Determinar las características visuales del paisaje para una adecuada integración del asentamiento al medio que lo circunda.

La representación gráfica del estudio territorial comprende una recogida de información basta y compleja ya que se deben analizar las variables interrelacionadas que conforman la dinámica del territorio. Por lo tanto nos centraremos en los conceptos puntuales del análisis territorial.

El Análisis físico: Los recursos potenciales del territorio.

Topografía y Relieve

La forma del relieve es el primer elemento de estudio ya que condiciona a los estudios posteriores al determinar totalmente el desarrollo o implantación de las nuevas actividades sobre el territorio. Las principales influencias en la ordenación son las siguientes:

- Determina la distribución de los asentamientos humanos (en general en suelos poco quebrados)
- Modifica la climatología, el régimen de vientos locales, pluviosidad y la exposición a la radiación solar.
- Condiciona las aguas superficiales y cauces hidrológicos.

CAPÍTULO IV.

DISEÑO METODOLÒGICO

"Los derechos básicos de un ser humano son acceso al colegio, comida, atención médica y agua limpia"

Gelila Bekele



IV. Diseño metodológico

El proceso del diseño sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico para abastecer de agua potable al barrio en estudio, estuvo guiado básicamente por las normas técnicas de INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), NTON 09003-99 las cuales con el paso de los años han sido actualizadas y ampliadas, tomando en cuenta los criterios de Hidráulica para el cumplimiento de los diferentes parámetros de diseño.

4.1. Trabajo de Campo

- ❖ Se efectuó un Censo poblacional en cada una de las viviendas del barrio, con el fin, de efectuar una proyección y determinación de los caudales de diseño para cada uno de los elementos que conformarán el sistema.
- ❖ Se realizó levantamiento topográfico del sitio en estudio.
- ❖ Se hizo un reconocimiento del terreno que permitió determinar la ubicación de tanque de almacenamiento, y, redes de distribución y de abastecimiento.

4.2. Trabajo de gabinete

- ❖ Se proyectó la población utilizando el método geométrico, la información base se obtendrá del censo poblacional. Se calculó la tasa de crecimiento en base a censos oficiales de otras fuentes como alcaldía, Ministerio de educación, Ministerio de educación e INIDE.
- ❖ Según los caudales de diseño obtenidos, se dimensionó y diseñó los diferentes componentes del sistema.
- ❖ Según los resultados emitidos por el laboratorio de las muestras de agua examinadas por ENACAL, se determinó el tipo de tecnología y proceso de tratamiento al que el recurso hídrico deberá ser sometido; con el fin, de ser apto para consumo humano.
- ❖ En base al levantamiento topográfico, se realizó las propuestas de trazado de las redes de distribución y abastecimiento.
- ❖ Se estimó el presupuesto del proyecto.

4.3. Estudio de la población

Se efectuó una visita en el barrio El Rodeo a fin de llevar a cabo el levantamiento de un censo poblacional que nos permitió la realización de los debidos cálculos. La proyección de la población se realizó basándose en los datos censales oficialmente obtenidos por la alcaldía municipal de San Francisco de Cuapa, para esta proyección se utilizó la siguiente formula:

$$P_n = P_c (1 + r)^n \text{ donde:}$$

P_n : Población futura.

P_c : Población actual.

n : Periodo de diseño.

r : Tasa de crecimiento

4.4. Levantamiento topográfico

Con el apoyo de la alcaldía de San Francisco de Cuapa se ejecutó el levantamiento topográfico, se realizó un reconocimiento del área perimetral del sitio para el levantamiento planímetro y altimétrico del barrio en estudio, que permitió determinar la ubicación de tuberías de impulsión, la dirección del flujo, pozos de visita, de tal modo que se acomode a la topografía del terreno, esto con el objetivo de reducir costos si en determinado momento se llegara a llevar a cabo el proyecto.

4.4.1. Elaboración de los planos topográficos

Posteriormente al levantamiento se procedió a la elaboración de los planos topográficos del barrio El Rodeo con el fin de proceder al respectivo diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

4.5. Cálculo de los diferentes tipos de consumo

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias para las ciudades fuera de Managua, se asignará un caudal de 20 gpd o 75 lppd.

4.5.1. Consumo máximo día

(CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)

4.5.2. Consumo máximo hora

(CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)

4.6. Presiones Máximas y Mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los siguientes valores:

Presión Mínima: 14.00 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

4.7. Parámetros de diseño

4.7.1. Periodo de diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer las demandas de la comunidad.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones a considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación se indica los períodos de diseño económico de los componentes de un sistema de agua potable:

Tabla 4. Período de diseño de los componentes del sistema

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Normas Técnicas de INAA

4.8. Diseño de la línea de conducción

En nuestro caso que es un sistema por bombeo se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos.

- a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen Williams.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.54 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

$$H_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

Dónde:

H: Pérdida en metros.

L: longitud en metros

S: pérdida de cargas en m/m

Q: Gasto en m³/seg

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen – Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería a utilizar

b) Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América.

(Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

D: metros

Q: m³/seg

c) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio diario (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).

4.9. Estación de bombeo

En las estaciones de bombeo, para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman, lo que consiste en:

- Caseta de protección.
- Conexiones eléctricas o mecánicas.
- Conexión de bomba o sarta.
- Fundación y equipo de bombeo (bomba y motor).
- Tipo de energía.

4.10.1. Carga Total dinámica (CDT)

Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende. Ésta se calcula con la siguiente formula.

$$CTD = CED + hf_{columna} + hf_{desc} + HB$$

Donde:

CED: Carga estática de la descarga.

$h_{f_{columna}}$: Pérdidas de la columna dentro del pozo.

$h_{f_{desc}}$: Pérdidas en la descarga.

Hb: Pérdidas en la columna de bombeo

4.10.2. Selección de bomba

Conociendo la altura a vencer por la bomba (Hb) y el caudal que debe suministrar la misma (Q), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro (n), diámetro del orificio de la bomba (d), potencia (P) y eficiencia (N).

4.10.3. Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa).

Por las características elásticas de la tubería de la propia agua, la presión después de alcanzar el valor máximo será reducida hasta un mínimo. El fenómeno se repite con ondas de sobre presión sucediéndoles a las ondas de depresión, cuyos valores oscilan en torno al valor de presión estática en el punto hasta la amortiguación total de la sobre presión.

Una de las formulas usuales para el cálculo de la máxima sobre presión por golpe de ariete es:

$$G.A = V \cdot C / g \quad (\text{Formula de Allievi para el golpe de ariete})$$

$$V = 4Q \cdot \eta / d^2 \quad (\text{Formula para la velocidad en la tubería de conducción})$$

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{K*D}{e}}} \quad \text{(Formula de la celeridad)}$$

4.11. Diseño del tanque de almacenamiento

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el abastecimiento, de modo que estos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presente en la vida útil del sistema.

Los tanques de una red de agua potable pueden cumplir tres funciones distintas: almacenar el agua, regular el funcionamiento de la red, o una combinación de las dos.

1) Capacidad mínima

Debe estar compuesta por

a) Volumen compensador

- Para poblaciones menores de 20,000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario. $V_{comp} = 0.25Q$
- Para poblaciones mayores de 20,000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

b) Reserva para eventualidades y/o emergencias.

Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

$$V_{emerg} = 0.15Q$$

c) Reserva para combatir incendios.

La reserva para combatir incendios se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

$$\text{Volumen total} = V_{comp} + V_{emerg}$$

2) Localización.

Los tanques estarán situados lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del terreno y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red.

4.12. Tanque de almacenamiento

Se recomienda el tipo de tanque de concreto ciclópeo cuando la topografía del terreno lo permita y en lugares que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera. En el diseño de los tanques ciclópeo debe de considerarse lo siguiente:

- Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

4.13. Tratamiento

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

Desde hace décadas, el cloro ha sido uno de los desinfectantes más importantes, su uso se extiende en todo el mundo, jugando un papel esencial en el tratamiento del agua. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las principales propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y dan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

4.13.1. Cloración

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente agua exenta de organismos patógenos, que evite brotes epidémicos de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química más económica y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante o bien una bomba dosificadora. Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que vamos a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

4.13.2. Volumen dosificador

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer

$$A = \frac{B \cdot Q}{C \cdot 10} \quad \text{Dónde:}$$

A: Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min

B: Dotación de cloro igual a 1.5 mg/lit.

Q: Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el periodo de diseño (CMD) en litros/minutos.

Con los datos obtenidos para el volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

$$V_{\text{día}} = \text{Volumen dosificador} * \frac{1440\text{min}}{\text{día}} * \frac{1\text{lt}}{1000\text{ml}}$$

En el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones de 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución del 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración, que es la que nos permite calcular la dosificación del aparato inyector, para esto se emplea la siguiente formula:

$$V_{12\%} * C_{12\%} = V_{1\%} * C_{1\%}$$

Dónde:

V12%: Volumen de solución al 12% (ml).

V1%: Volumen de la solución al 1% (ml).

C12%: Concentración de la solución al 12%.

C1%: Concentración de la solución al 1%.

Despejando V12% que el volumen requerido: $V_{12\%} = \frac{V_{1\%} * C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} \frac{1}{2}$

Para determinar la cantidad de dosificación de cloro, se emplean las ecuaciones antes descritas. Estas se calculan en base a la Proyección de Consumo Máximo Día (CMD) por año.

4.14. Análisis de la red en el software Epanet

Epanet es un programa para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser "una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas".

4.15. Estimación del presupuesto

Se elaboró una tabla de Excel que contiene la descripción de las actividades a ejecutar en la obra, unidades de medida, cantidades, costos unitarios y costos totales tanto de materiales como de mano de obra, usando como referencia el listado del Maestro de Precios del FISE (Fondo de Inversión social de emergencia). A partir del presupuesto, se puede deducir la factibilidad económica de llevar a cabo dicho proyecto.

De realizarse este proyecto planteado deberá hacerse un análisis más a fondo de la información contenida en los planos y levantamiento topográfico. Habrá que hacer de modo más detallado el cálculo de take off, que consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra. Se entregará el presupuesto respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, incluyendo partida, cubicación, precio unitario y total.

4.16. Emplazamiento

Los dos principales propósitos para describir el emplazamiento ambiental son:

- Evaluar la calidad ambiental existente.
- Identificar los factores o las áreas geográficas ambientales significativas que podrían excluir el desarrollo de una alternativa o alternativas dadas (es decir, la identificación de cualquier efecto funesto en el emplazamiento del proyecto propuesto).

Ejemplo de estos factores o áreas son la presencia de segmentos de una corriente de agua con mala calidad, áreas geográficas con calidad de aire marginal, hábitat para especies de flora y fauna amenazadas o en peligro y lugares históricos o arqueológicos significativos.

Los propósitos adicionales de la descripción del emplazamiento son proporcionar información suficiente para que los decisores y los revisores no familiarizados con la localización general pueden adquirir un conocimiento de la necesidad del proyecto, así como las características ambientales del área de estudio, implique este la construcción de una autopista, embalse o planta de tratamiento de aguas

residuales; ampliación o modificación de la necesidad del proyecto, se puede trazar brevemente la base en la descripción del emplazamiento ambiental.

Una de las cuestiones claves para describir el emplazamiento ambiental es asegurar que todos los factores ambientales que se necesitan considerar están incluidos, excluyendo aquellos puntos que requieren amplio esfuerzo de identificación e interpretación y que tienen poca relevancia para el impacto ambiental de la acción propuesta o de cualquiera de sus alternativas.

4.17. Procesamiento de datos

El procesamiento se realizó en los siguientes softwares:

- Excel, Word, AutoCAD y EPANET.
- Procesamiento de datos obtenidos en visita casa a casa para conocer el estudio socio- económico, en Microsoft Excel y SPSS.
- Estudio de manuales de programas a utilizar.
- Digitalización de datos de instrumentos topográficos.
- Identificación de posibles líneas de distribución del agua.
- Obtención de ecuaciones y normas de diseño.
- Análisis de diferencias de niveles en la topografía.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se pueden proponer otros diámetros hasta obtener resultados aceptables. Una vez procesados los datos en los diferentes programas, se organizó en tablas, cuadros, y gráficos.

4.18. Elaboración de informe final

Una vez procesada la información y con ayuda de la investigación documental, los instrumentos (encuestas) y trabajo de campo se procedió a la elaboración del presente trabajo, en donde presentamos los resultados obtenidos y todo lo relacionado a nuestro tema de investigación.

CAPÍTULO V.

CÁLCULOS Y RESULTADOS

"Solo nosotros los humanos producimos basura que la naturaleza no puede digerir"

Charles Moore



I. V. Cálculos y resultados

5.1. Resultado de la encuesta socioeconómica

5.1.1. Población

El barrio El Rodeo perteneciente al casco urbano del municipio de San Francisco de Cuapa departamento de Chontales con grupos poblacionales concentrados, está conformado por 102 viviendas y una población de 615 personas, con un promedio de 6 personas por vivienda distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 5. Rango de edades de los habitantes del barrio El Rodeo

Barrio	RANGO DE EDADES						TOTAL
	0-5	6-15-	16-25	26-35	36-59	>60	
El Rodeo	47	90	135	138	155	50	615

Fuente: Propia (Con datos de encuesta)

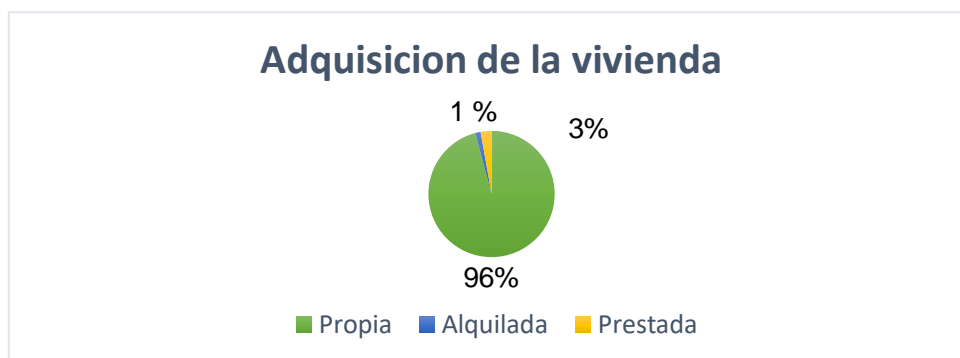
En el barrio el Rodeo la mayor parte de la población se ubica en el rango de 36-59 años, seguida del rango de 26-35 años, continuando con los de 16-25 años, al cual le sucede los habitantes entre 6-15 años, y los ancianos >60 y por último se encuentran los niños de 0-5 años de edad.

En cuanto a la población predominante en este barrio, es similar ya que el 48% es masculino y el 52% es femenino, predominando las mujeres.

5.1.2. Adquisición de la vivienda

De las 102 viviendas encuestadas, la mayoría (96%) poseen viviendas propias, una pequeña parte (3%) alquilan y el 1% es prestada. Ver gráfico 1.

Gráfico 1. Adquisición de las viviendas del barrio El Rodeo

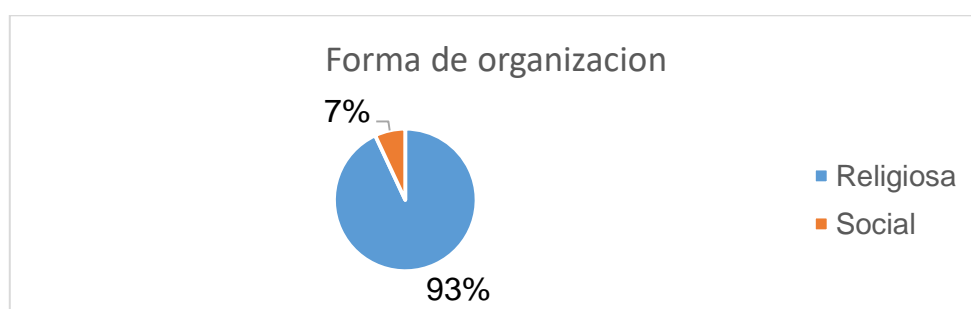


Fuente: Propia

5.1.3. Aspectos Socio-Organizativos

La principal forma de organización que predomina en el barrio el Rodeo es religiosa, seguida de una pequeña parte de social. El 93% pertenece a organizaciones religiosas (Católicos), este alto índice se debe a que en este pueblo de San Francisco de Cuapa hace muchos años la virgen María se le apareció al campesino Bernardo, y actualmente existe un santuario al cual asisten casi toda la población, solo un 7% se organizan de forma social (CPC). (Ver gráfico 2)

Grafico 2. Forma de organización actual

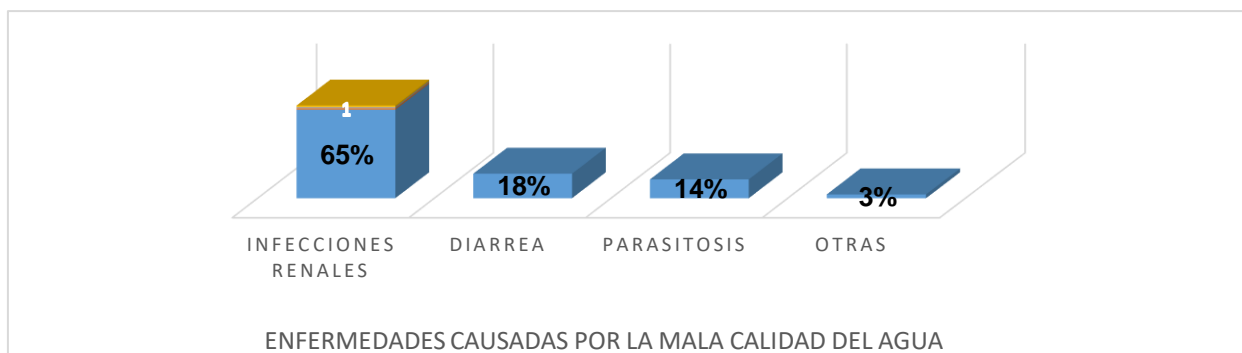


Fuente: Propia

5.1.4. Incidencias de enfermedades más comunes

Los habitantes del barrio El Rodeo nos manifestaron durante la encuesta realizada que tomar agua de muy mala calidad les esta desencadenando muchas enfermedades, entre la cuales una gran mayoría (65%) sufren de infección renal, un 18% de diarrea constante, seguido de un 14% que padecen parasitosis constantemente, y un 3% otro tipo de sintomatología. (Ver gráfico 3)

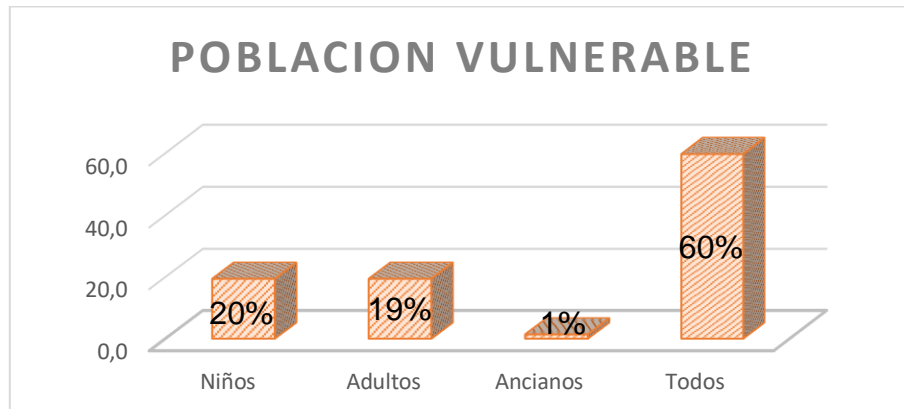
Grafico 3. Enfermedades que les han causado la mala calidad del agua a los habitantes del barrio



Fuente: Propia

Según los habitantes del barrio El Rodeo, los más afectados por estas enfermedades han sido todos (60%), un 20% opina que han sido los niños los más vulnerables, el 19% cree que los adultos y por ultimo solo el 1% consideran que los ancianos son más afectados. (Ver gráfico 4).

Grafico 4. Quienes han sido los más afectados por estas enfermedades

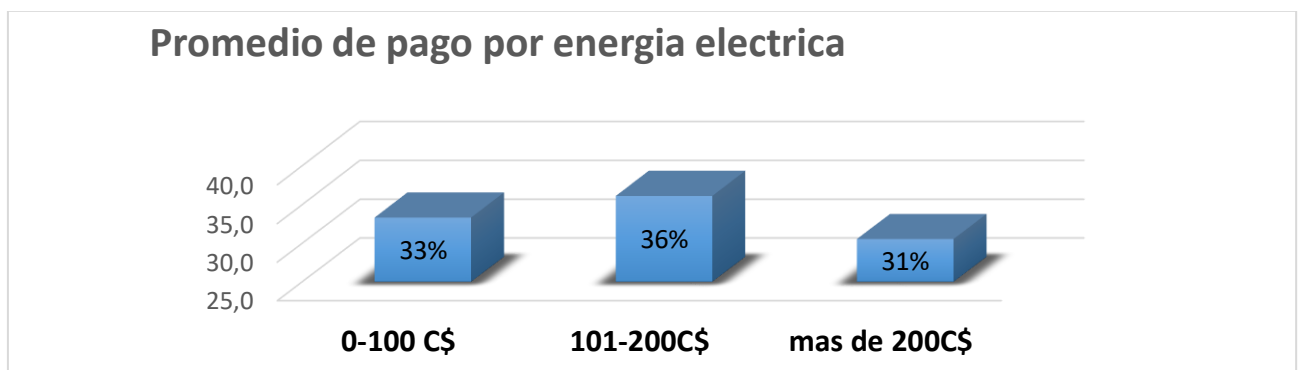


Fuente: Propia

5.1.5. Pago por energía eléctrica

En el barrio El Rodeo los pobladores cuentan con conexiones de luz eléctrica en un 100%, se indagó acerca del promedio de pago mensual por este servicio donde se obtuvo que la tarifa media está entre los 101-200 C\$, así lo manifestó un 36%, seguido de un 33% que pagan menos de C\$100, y por último el 31% que gastan más de 200C\$ por energía eléctrica. (Ver gráfico 5)

Grafico 5. Promedio de pago por energía eléctrica



Fuente: Propia

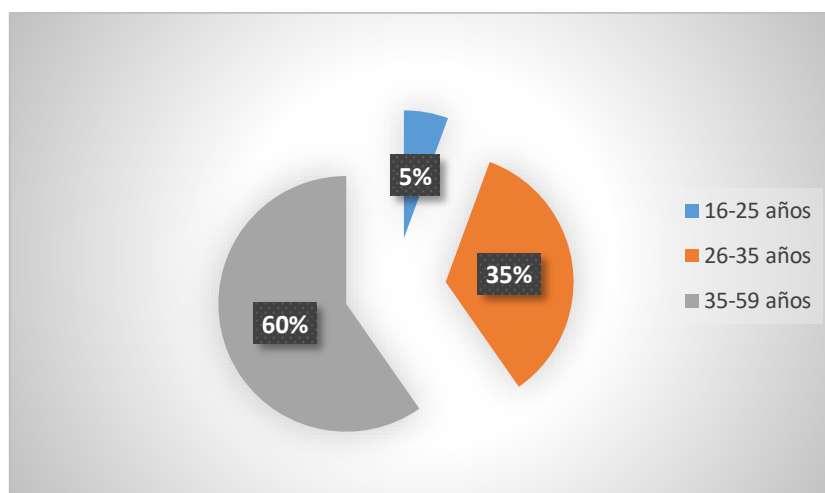
5.1.6. Medio de comunicación que utilizan

El 100% de la población posee y utilizan celulares móviles según la encuesta realizada.

5.1.7. Actividad económica

Según la encuesta realizada casa a casa en este barrio en estudio, se hizo una indagatoria sobre los integrantes que producen ingresos al hogar por edades obteniéndose que en el 60% de los hogares los que sostienen la economía familiar son las personas de 35-59 años, seguido del 35% (de 26-35 años) y una pequeña parte (5%) lo sustentan adultos jóvenes entre 16-25 años. (Ver gráfico 6)

Gráfico 6. Integrantes de la familia que producen ingresos al hogar por edad



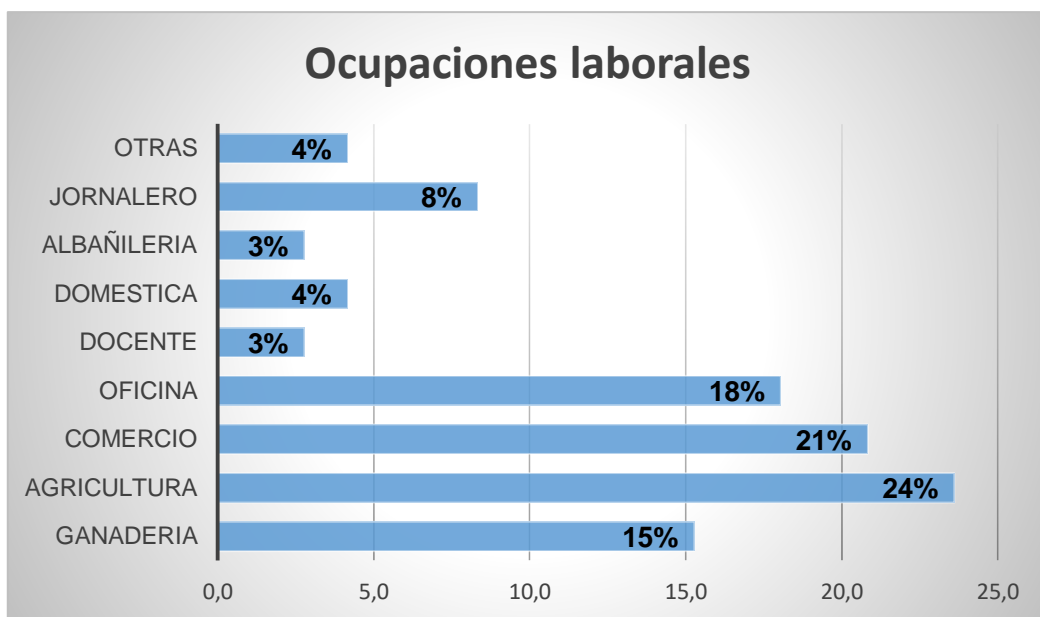
Fuente: Propia

5.1.8. Ocupaciones laborales

En este barrio perteneciente a un departamento de la región central donde principal actividad económica que la caracteriza es la agricultura, un 24% de la población del El Rodeo se dedica a este trabajo, se indagó acerca de todas las ocupaciones de estos habitantes donde seguidamente se ubica el comercio (algunas personas tienen sus propias tiendas o son vendedores ambulantes) con un 21%, posteriormente las personas que trabajan en oficina (18%), y un 15% de ganaderos que poseen sus tierras, son pequeños y/o grandes productores.

Existen un 8% que se ganan la vida con trabajos de Jornaleros, continúan las domesticas y otro tipo de ocupaciones con un 4% respectivamente, y por ultimo un 3% que laboran en albañilería y otro 3% que prestan sus servicios como docentes de educación regular. Sus ocupaciones son muy variadas pero lo cierto es que en este barrio las personas con gran esfuerzo siempre producen un buen ingreso a su hogar. (Ver gráfico 7)

Grafico 7.Ocupaciones laborales de los habitantes del barrio El Rodeo

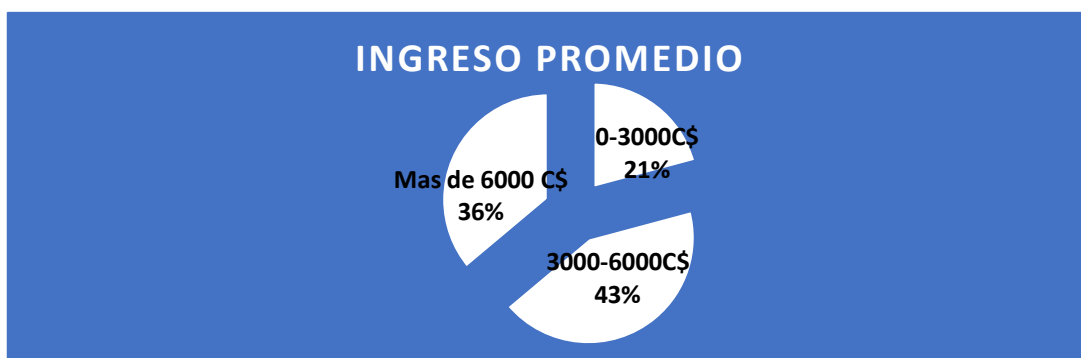


Fuente: Propia

5.1.9. Promedio de ingresos del hogar

Según los habitantes del barrio el Rodeo, la mayoría de hogares (43%) tiene un ingreso promedio mensual entre los C\$3000-6000 córdobas, seguidamente un 36 % obtienen un salario mayor de los C\$6000, y por ultimo un 21% adquieren C\$3000 o menos. (Ver gráfico 8)

Grafico 8. Ingreso promedio mensual de los habitantes del barrio El Rodeo

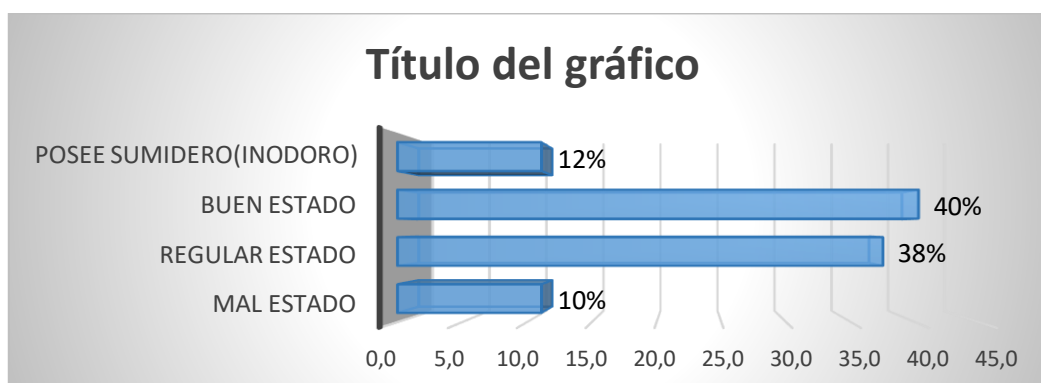


Fuente: Propia

5.1.10. Saneamiento e higiene

El 88% de la población del barrio El Rodeo posee letrina, y la mayoría de estas (40%) se encuentran en buen estado ya que fueron construidas hace muy poco tiempo gracias a un proyecto de saneamiento que se llevó a cabo en este barrio por parte de la alcaldía municipal, no obstante el 38% expresó que sus letrinas están en regular estado, pero un 10% dijo que se encontraban en mal estado, y por último el 12% de las viviendas poseen sumidero. (Ver gráfico 9)

Grafico 9.Estado actual de las letrinas

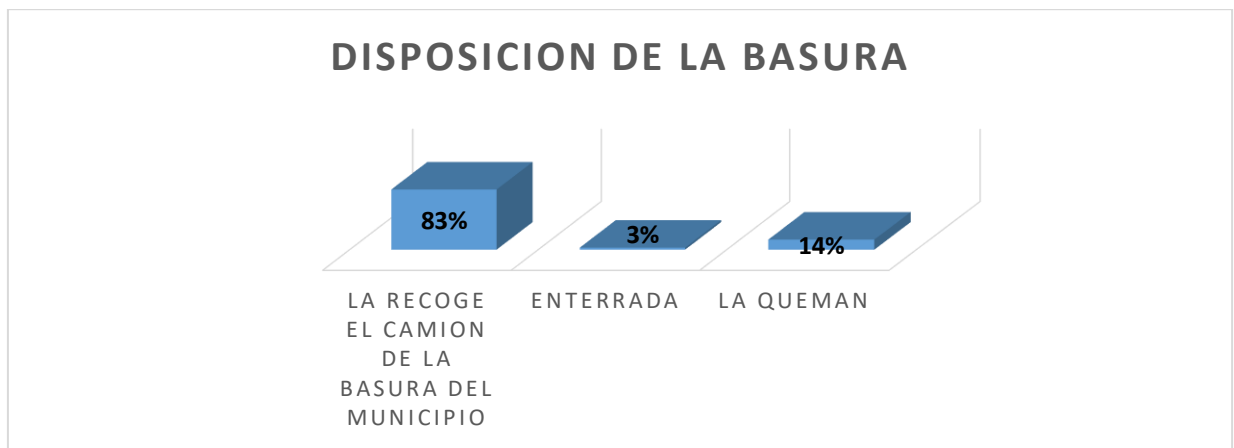


Fuente: propia

5.1.11. Disposición de la basura

Pudimos observar que El Rodeo es un barrio que está urbanizado en su mayoría y cuenta con casi todos los servicios básicos que una población necesita para llevar un nivel de vida aceptable y sobretodo contar con el debido saneamiento en el ambiente que los rodea. Como en todos los municipios, este cuenta con el servicio de recolección de la basura por parte de la alcaldía, aunque solo el 83% de los pobladores hacen uso de ello, puesto que el 14% queman los desechos, y por último un 3% que la entierran. (Ver gráfico 10)

Gráfico 10. Disposición de la basura de cada vivienda del barrio El Rodeo

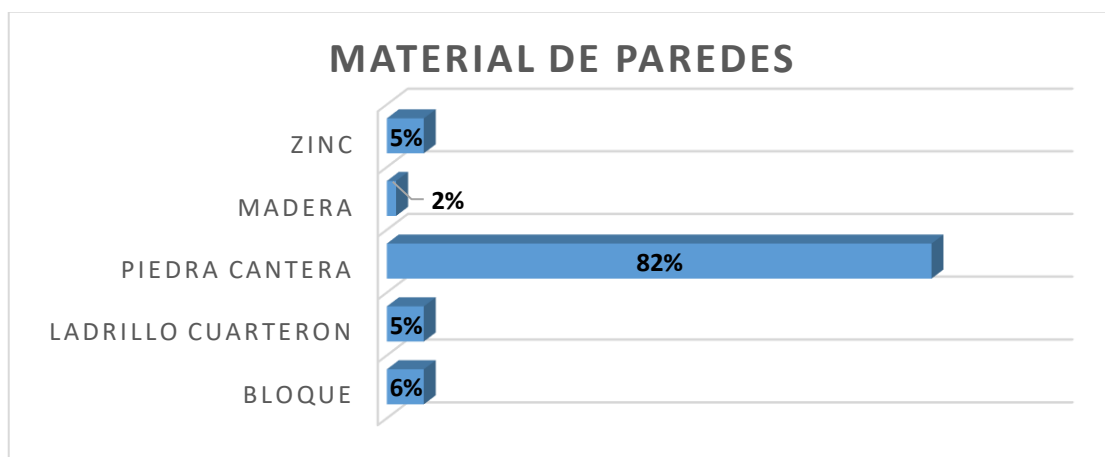


Fuente: Propia

5.1.12. Estado actual de las viviendas

- **Paredes:** El material de construcción de las paredes de las casas de este barrio que predominan son las de piedra cantera con el 82%, seguida de las construidas con bloque con un 6%, en tercer lugar se encuentran las viviendas un poco más viejas hechas de zinc y ladrillo cuarterón con el 5% respectivamente, y por ultimo un 2% que son de madera. (ver gráfico 11)

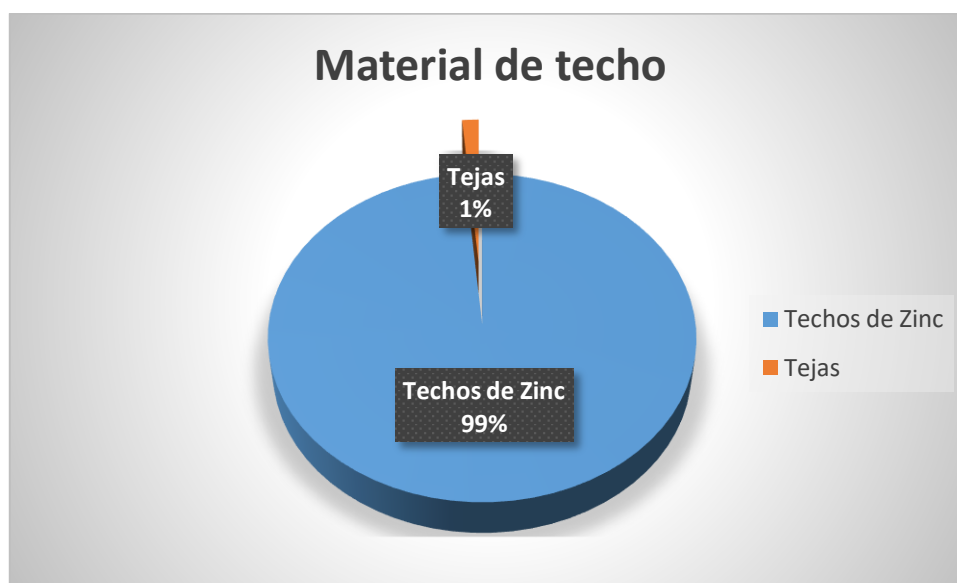
Gráfico 11. Material de las paredes de las viviendas



Fuente: propia

- **Material de techos:** El 99% de las viviendas poseen techos de zinc, y solamente el 1% tiene techos de tejas. (Ver gráfico 12)

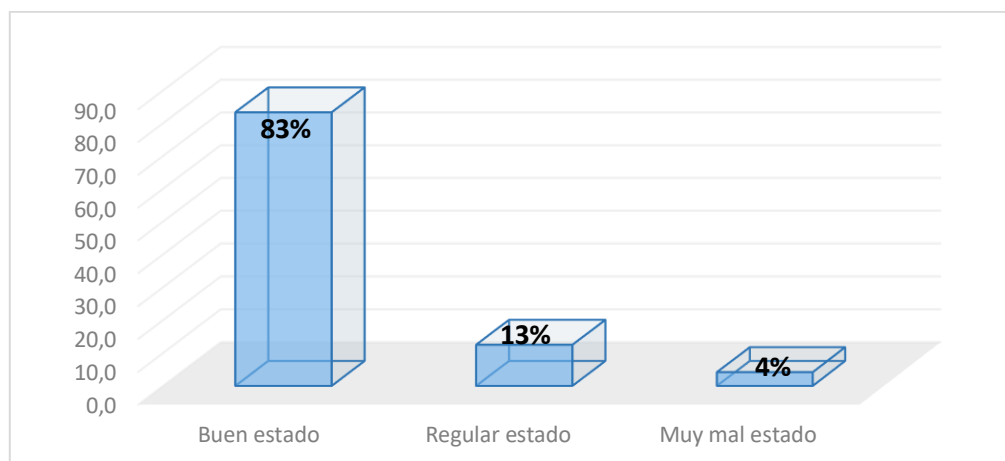
Gráfico 12. Material de techo de las viviendas



Fuente: Propia

- Condiciones de las viviendas: Según lo que pudimos observar en la visita al barrio El Rodeo el 83% de las casas se encuentran en buen estado, seguidamente el 13% están en regular estado, y por último solo el 4% se encuentra en muy mal estado. (Ver gráfico 13)

Grafico 13.Condiciones de las viviendas del barrio El Rodeo



Fuente: Propia

5.1.13. Abastecimiento actual del vital líquido

En la visita al barrio El Rodeo durante la encuesta se indagó sobre la forma en que los habitantes se abastecen del vital líquido para satisfacer sus necesidades donde se obtuvo que la mayoría (92%) tienen que acarrear agua de los pozos para tomar, seguidamente el 8% de la población compran agua purificada. (Ver gráfico 14)

Grafico 14.Como se abastecen actualmente del vital líquido

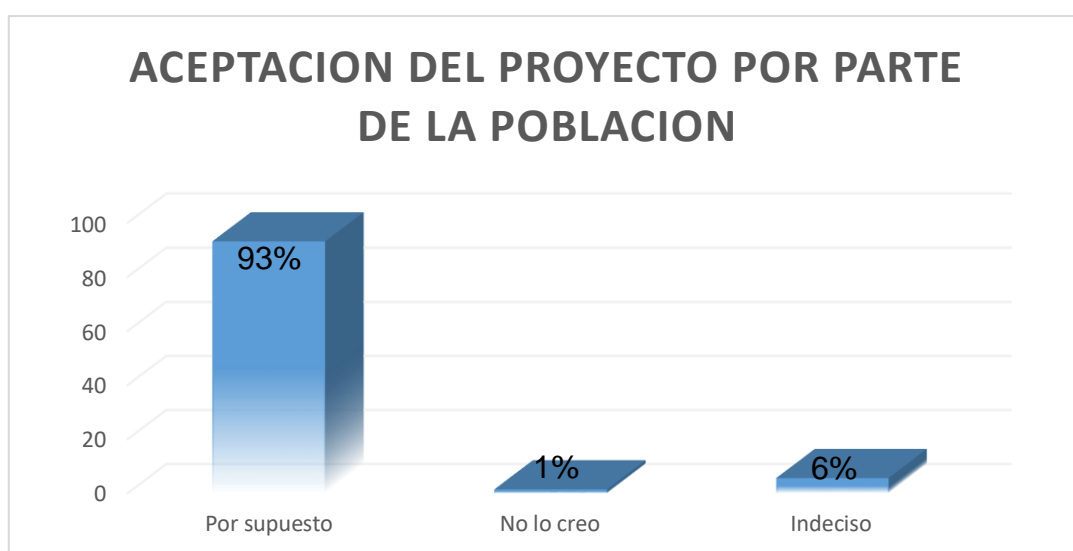


Fuente: Propia

5.1.14. Disposición de los habitantes para llevar a cabo el proyecto

Durante la encuesta se les preguntó a los habitantes del barrio el Rodeo sobre su disponibilidad de apoyar este proyecto de agua potable si se llevase a cabo, del cual el 93% de la población mostró gran aceptación y respondieron que por supuesto, el 6% se mostraron indecisos, y por ultimo solo el 1% dijo que no creían apoyar, estos fueron las personas de escasos recursos. (Ver gráfico 15)

Gráfico 15. Disposición de los habitantes para llevar a cabo el proyecto.



Fuente: Propia

5.2. Levantamiento topográfico

Se ejecutó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Topcon Gowin TKS-202, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: GPS-12XL, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS84, con un margen de error ± 5 metros.

5.3. Periodo de diseño

El sistema de abastecimiento de agua potable tiene un periodo de diseño de 20 años de vida útil como recomienda la institución de INAA (Ver tabla 3), se contempla desde el año 2019 hasta el año 2039, en este tiempo el sistema deberá funcionar en óptimas condiciones, debe tomarse en cuenta los diferentes elementos del sistema en función de su durabilidad, calidad de la construcción y su debido mantenimiento.

Esto no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, el sistema sigue trabajando pero con un porcentaje de deficiencia que está en función del mantenimiento que se le efectúe ha dicho sistema y a la capacidad de la fuente de abastecimiento para el suministro constante.

5.4. Población futura

Para llevar a cabo el cálculo de la proyección poblacional, se utilizará la población obtenida de la encuesta realizada en el barrio El Rodeo, se determinó que habitan un total de 615 personas en 102 viviendas con un promedio de 6 habitantes por vivienda. Y los datos poblacionales históricos censales obtenidos son los de los años 1995, 2005 proporcionado por Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE).

Tabla 6. Población actual del Barrio El Rodeo

Año	Barrio	El Rodeo	Total
2019	Pob. Actual	615	615
	No. De viviendas	102	102
	Índice poblacional	6	6

Fuente: Propia

5.5. Tasa de crecimiento

Tabla 7. Tasa de crecimiento poblacional

Censos (habitantes)		2005	1995	Tasa de crecimiento	
Nicaragua	Urbano	5142,098	4357099	2.89%	Evaluador
Chontales	Urbano	153.932	144.635	1.49%	2.5%
Cuapa	Urbano	4984	5507	0.87%	2.5%

Fuente: Censos Nacionales (INIDE 1995-2005)

Para obtener la población de diseño, se utilizó el método de proyección geométrica, reportando un índice de crecimiento en la zona urbana de San Francisco de Cuapa de 0.87 % según los datos extraídos de los últimos dos censos nacionales (1995-2005).

Se aplicó una tasa de crecimiento constante de 2.5 %, siendo este el mínimo sugerido por las normas de diseño de acueductos, la proyección será a partir del año 2019.

Es necesario determinar la demanda futura de la población para prever en el diseño las exigencias de la fuente de abastecimiento, línea de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Estimando que dentro de 20 años en el barrio el Rodeo existirá una poblacional de 1,008 habitantes para el año 2039, esta población proyectada servirá como base para determinar la demanda de consumo. (Ver Tabla 7).

Tabla 8. Proyección poblacional y demanda de consumo

No.	Año	Poblacion	Consumo Promedio		CMD= 1.50 +20%		CMH= 2.50 +20%	
					Consumo maximo dia		Consumo maxima hora	
			GPD	LPD	GPM	LPS	GPM	LPS
0	2019	615	12.170,18	46.125,00	14,37	0,9076	22,8	1,4414
1	2020	630	12.474,44	47.278,13	14,73	0,9302	23,4	1,4774
2	2021	646	12.786,30	48.460,08	15,09	0,9535	24,0	1,5144
3	2022	662	13.105,96	49.671,58	15,47	0,9773	24,6	1,5522
4	2023	679	13.433,61	50.913,37	15,86	1,0018	25,2	1,5910
5	2024	696	13.769,45	52.186,20	16,26	1,0268	25,8	1,6308
6	2025	713	14.113,68	53.490,86	16,66	1,0525	26,5	1,6716
7	2026	731	14.466,53	54.828,13	17,08	1,0788	27,1	1,7134
8	2027	749	14.828,19	56.198,83	17,51	1,1058	27,8	1,7562
9	2028	768	15.198,89	57.603,80	17,94	1,1334	28,5	1,8001
10	2029	787	15.578,87	59.043,90	18,39	1,1617	29,2	1,8451
11	2030	807	15.968,34	60.520,00	18,85	1,1908	29,9	1,8912
12	2031	827	16.367,55	62.033,00	19,32	1,2206	30,7	1,9385
13	2032	848	16.776,73	63.583,82	19,81	1,2511	31,5	1,9870
14	2033	869	17.196,15	65.173,42	20,30	1,2823	32,2	2,0367
15	2034	891	17.626,06	66.802,75	20,81	1,3144	33,0	2,0876
16	2035	913	18.066,71	68.472,82	21,33	1,3473	33,9	2,1398
17	2036	936	18.518,38	70.184,64	21,86	1,3809	34,7	2,1933
18	2037	959	18.981,33	71.939,26	22,41	1,4155	35,6	2,2481
19	2038	983	19.455,87	73.737,74	22,97	1,4509	36,5	2,3043
20	2039	1008	19.942,26	75.581,18	23,54	1,4871	37,4	2,3619

Fuente: Propia

5.6. Estimación de consumo

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias de patio, para lo cual el NTON 09003-99 establece un rango de 20 gppd o 75lppd para las ciudades fuera de Managua. Consumo destinado para las necesidades de la vivienda ya sea preparación de alimentos, bebida, lavado de ropa, baño etc.

Se aplicara una dotación de 75 l/p-d a los 1008 habitantes obtenidos por la proyección poblacional del barrio para abastecer hasta el final del período de diseño, de tal manera demandará un Consumo Promedio Diario 19,942.26 gpd, un Consumo Máximo Día de 23,54 gpm y un Consumo Máxima Hora de 37.4 gpm. (Ver Tabla No.8)

5.7. Fuente de abastecimiento propuesta

La fuente de abastecimiento solicitada para el abastecimiento de agua potable de los habitantes del barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, es mediante la captación de aguas subterráneas con la perforación de un (1) pozo perforado, para la construcción de un sistema por bobeo eléctrico, tipo pozo, Línea de conducción, tanque de almacenamiento, Red de distribución y tomas domiciliarias de patio, la configuración del sistema será fuente – tanque – red, según los datos de población, la demanda y los aspectos técnicos, sociales y económico.

La productividad estimada de la fuente es de 90 GPM, explotando a un 75 % es de 68 GPM; lo que indica excelentes condiciones para el aprovechamiento de sus aguas para abastecer el barrio El Rodeo, puesto que excede el caudal demandado por la población en estudio que es de 23,54 gpm. La ubicación del pozo es en el terreno del Sr. Alejandro Cesar Suarez Suarez en las coordenadas 12° 12' 30.86" de Latitud Norte y 85° 24' 54.29" de Longitud Oeste con una elevación de 230.67 msnm, cuenta con los criterios principales para la selección del sitio de perforación como la disponibilidad del servicio eléctrico y la donación del terreno.

5.8. Obra de captación

Por tratarse de una fuente de agua subterránea profunda, la obra de captación propuesta está compuesta por un pozo perforado de 17 1/2" de diámetro, con un ademe de 12", una profundidad de 300 pies, al cual deberá realizarse su correspondiente obra de encamisado y sello sanitario y equipar con una bomba sumergible de eje vertical, sarta y sistema de cloración.

Según la empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (ENACAL) quien fue la encargada de la perforación del pozo, el agua no tiene posibilidades de estar contaminada de ningún tipo de metales pesados y es 100% apta para consumo humano.

5.9. Estación de bombeo

Los componentes de la estación de bombeo estará conformada con un pozo cuya profundidad será de 300 pies, una caseta de bombeo con un área de 12 m² de mampostería reforzada con una elevación de msnm, En esta caseta se instalarán los controles eléctricos y el sistema de cloración; Una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 3"; La caseta estará protegida por una cerca perimetral de malla ciclón.

5.10. Cálculo del equipo de bombeo

Para el cálculo hidráulico se consideraran las pérdidas en accesorios y las originadas en el conducto por causa de la fricción al trasladarse el flujo. Usando la fórmula de Hazen Williams.

$$Hf = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en m/m

Q: Gasto en m³/seg

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

Tabla 9. Cálculos para el equipo de bombeo

Calculo de perdida por accesorios			
4	Accesorio	Le	
	Expansion	0,457	
	C-45°	2,4	
	Valvula de retencion	3,2	
	Valvula de compuerta	0,3	
	Tee Salida lateral	2,8	
	Salida de tuberia	1	
	Total	10,157	
	Hf=	0,12	m

Cálculo de pérdida en línea de conducción				
Caudal de diseño:	Q: CMD	1,4871	lps	
		0,00148	m3/seg	
Coeficiente de Hazen-Williams:	C	150		
Longitud:	L	2.970	m	
Diametro:	D	2"		
		0,0508	m	

$Hf = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$				
---	--	--	--	--

Perdidas por fricción (Hflc):	34,88 m
-------------------------------	---------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Cálculo de Carga Total Dinámica

Carga Total Dinamica				
CTD: Carga estatica + Hf columna + Hf acces + Hflc				
CTD=	91,65+0.7335+0.27+34,88			
CTD=	127,38 m			

Fuente: Elaboración propia

Se propone equipar el pozo, con un equipo de bomba de 3 HP (Tabla No.11). Marca STA RITE modelo HP20H/HPS20H con motor eléctrico Sumergible. (Ver Anexo No.22. Curva de Bomba) con el objetivo de impulsar el agua desde el pozo de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento propuesto ubicado a una elevación de 306.554 msnm en el barrio El Rodeo. Con una longitud de 2,970 m de línea de conducción.

La fórmula para determinar la bomba es la siguiente:

$$HP = (Q \cdot CDT) / (3960 \cdot E_b \cdot e_m)$$

Donde:

Hp: Potencia de Bomba

Q: Caudal en gpm (23.54gpm)

CDT: Carga Dinámica Total (127.38m)

Eb: Eficiencia de Bomba. (70%)

Em: Eficiencia de Motor. (80%)

Tabla 11.Cálculo de bomba

POTENCIA DE LA BOMBA		
EF BOMBA	70%	
USAR P BOMBA	3 HP	HP
POTENCIA DEL MOTOR		
POTENCIA DE LA BOMBA	3.75	HP
POTENCIA DE LA BOMBA	4 HP	

Fuente: Propia

5.11. Electrificación del sistema

La electrificación del sistema de bombeo será por medio de un Conductor N° 1/0 THW – AWG de 2 Hilos y un banco de transformadores de 10 KVA, debido a que este es el transformador mínimo permitido por la empresa distribuidora de energía en el país.

5.12. Línea de conducción de bombeo

El tramo de pozo – Tanque la línea de Conducción tendrá una longitud total de 2,970 metros que transportará el agua hasta el tanque de almacenamiento, conformada por tubería de Ø 2" PVC SDR – 17 diámetro calculado mediante la fórmula de Bresse para determinar el diámetro más económico. El diseño de la tubería fue la optada por el consumo máximo día más el incremento de las pérdidas del sistema de acuerdo a la norma de INAA.

La línea de conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día de los próximos 20 años. Se permitirán velocidades de flujo, entre los 0.60 m/s a 2.0 m/s, Para el caso de línea de conducción se determinó una velocidad de 0.73 m/s lo que nos indica que esta entre los rango establecidos, las presiones están por encima de la normas, por eso se decidió realizar el diseño de la misma con tubería SDR – 17 para garantizar que la tubería soporte las presiones, la misma tiene una resistencia de 260 PSI, lo que es suficiente para resistir los efectos del golpe de ariete.

5.12.1. Diámetro

El Diámetro mínimo a utilizar en la línea de conducción y red de distribución será de Ø 2". Calculado con de la formula Bresse

$$D=0.9 (Q (m^3/seg))^{0.45}$$

Tabla 12. Diámetro mínimo

Q diseño(2039)	23.54 gpm
Ø	2"

Fuente: Propia

5.12.2. Golpe de ariete

Para calcular la presión máxima en la tubería de la línea de conducción se dedujo mediante la fórmula de Allievi calculando la sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete más la carga dinámica total obtenida mediante las pérdidas de conducción, accesorios y diferencia de cotas entre la bomba y el tanque (ver tabla No.13).

FÓRMULA DE ALLIEVI:

$$H = (V \cdot C) / g$$

Donde:

V: velocidad

C: celeridad

G: gravedad

H: sobre presión

$$V = (4 \cdot Q) / \pi \cdot D^2 \quad (\text{Fórmula de la velocidad})$$

$$C = 9900 / \left(\sqrt{48.3} + K \cdot \left(\frac{d}{e} \right) \right) \quad (\text{Fórmula de la celeridad})$$

Tabla 13. Cálculo de sobrepresión

Golpe de ariete		
Datos		U/M
V	0,73	m/s
A	453,52	m/s
G	9,81	m/s
H	33,91	m

Fuente: Propia

Tabla 14. Presión total de trabajo

Carga estática + Sobrepresión		
Presión total	127,56	M.C.A
Presión total	182,22	PSI

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se propone usar tubo PVC SDR 17 cuya presión máxima de trabajo es de 260 psi venciendo la presión máxima ejercida en la línea de conducción de 182,22 psi equivalente a 127,56 m.c.a.

5.13. Calidad del agua

El día 11 de noviembre del año 2018, la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados (ENACAL) realizó el muestreo de agua para el examen de calidad, físico - químico. Según referencia de laboratorios Ambientales de ENACAL, los elementos analizados en la prueba físico-químico para potabilidad se encuentran dentro de las normas internacionales para aguas químicamente potables, a excepción de la conductividad eléctrica puesto que este valor se encuentra por encima del rango establecido por la norma para lo cual se propone diseñar un sistema de filtración de flujo descendente.

5.14. Tratamiento

La tabla N°: 15, muestra el cálculo de la cantidad de cloro a utilizar para desinfección, el cual según las normas varía del 1% al 3%, para nuestro caso utilizaremos una dosificación del 1.0%, las últimas columnas nos muestran la cantidad de cloro a utilizar por semana, por mes y por año.

El dosificador de la solución de cloro se diseñará para todo el periodo de diseño y se adopta una dosis de 1.5 mg/lit, con una concentración de solución del 1.0% y el hipoclorito de sodio puro tiene una concentración de 70%. En Nicaragua las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% que se debe comprar para preparar solución al 1%. Se propone la instalación de una bomba eléctrica dosificadora de cloro de 190 PSI.

Tabla 15. Dosificación de cloro

AÑOS	CMD	VOLUMEN HIPOCLORITO DE SODIO		VOLUMEN SOLUCION AL 1%			CANTIDAD DE HIPOCLORITO POR SEMANA (LTS)	CANTIDAD DE HIPOCLORITO A LOS 15 DIAS (LTS)	CANTIDAD DE HIPOCLORIT O POR MES (LTS)	CANTIDAD DE HIPOCLORIT O POR AÑO (LTS)
		LPS	LB/DIA	KG/DIA	LT/DIA	LT/HORA				
2019	0,9076		1,45	0,66	4,61	0,192	32,29	69,188	138,375	1.660,50
2020	0,9302		1,49	0,67	4,73	0,197	33,09	70,917	141,834	1.702,01
2021	0,9535		1,52	0,69	4,85	0,202	33,92	72,690	145,380	1.744,56
2022	0,9773		1,56	0,71	4,97	0,207	34,77	74,507	149,015	1.788,18
2023	1,0018		1,60	0,73	5,09	0,212	35,64	76,370	152,740	1.832,88
2024	1,0268		1,64	0,74	5,22	0,217	36,53	78,279	156,559	1.878,70
2025	1,0525		1,68	0,76	5,35	0,223	37,44	80,236	160,473	1.925,67
2026	1,0788		1,72	0,78	5,48	0,228	38,38	82,242	164,484	1.973,81
2027	1,1058		1,77	0,80	5,62	0,234	39,34	84,298	168,597	2.023,16
2028	1,1334		1,81	0,82	5,76	0,240	40,32	86,406	172,811	2.073,74
2029	1,1617		1,85	0,84	5,90	0,246	41,33	88,566	177,132	2.125,58
2030	1,1908		1,90	0,86	6,05	0,252	42,36	90,780	181,560	2.178,72
2031	1,2206		1,95	0,88	6,20	0,258	43,42	93,049	186,099	2.233,19
2032	1,2511		2,00	0,91	6,36	0,265	44,51	95,376	190,751	2.289,02
2033	1,2823		2,05	0,93	6,52	0,272	45,62	97,760	195,520	2.346,24
2034	1,3144		2,10	0,95	6,68	0,278	46,76	100,204	200,408	2.404,90
2035	1,3473		2,15	0,98	6,85	0,285	47,93	102,709	205,418	2.465,02
2036	1,3809		2,20	1,00	7,02	0,292	49,13	105,277	210,554	2.526,65
2037	1,4155		2,26	1,02	7,19	0,300	50,36	107,909	215,818	2.589,81
2038	1,4509		2,32	1,05	7,37	0,307	51,62	110,607	221,213	2.654,56
2039	1,4871		2,37	1,08	7,56	0,315	52,91	113,372	226,744	2.720,92

Fuente: Elaboración propia

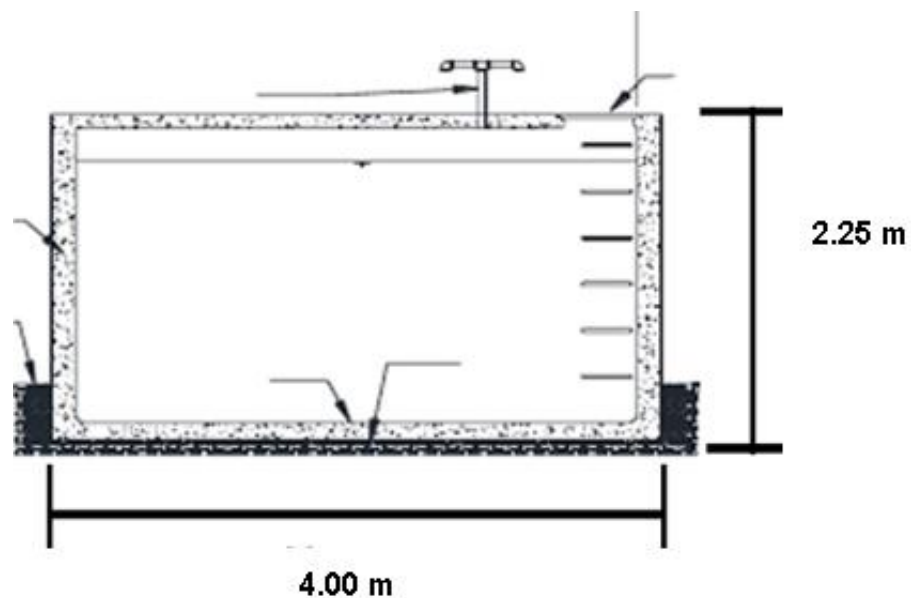
5.15. Almacenamiento

Para calcular el almacenamiento de agua demandado por la población, se establecerá el 40% del consumo promedio diario. Lo que resulta 7,977 galones equivalente a 30.23 m³ como se refleja en tabla No.16. Por lo que se diseñará para cumplir con la capacidad de acumular lo previsto de agua de acuerdo con los criterios de diseño.

El lugar seleccionado para la ubicación del tanque es de mayor elevación con respecto al resto del barrio, cumpliendo con las normas en cuanto a presiones que se requieren para el diseño. El tanque se construirá en un punto el cual tiene una cota de elevación de 306.55 msnm. Este será construido sobre la base de suelo natural, conocido como tanque de concreto reforzado para soportar la cantidad de agua a suministrar dirigiendo las cargas hacia el suelo.

Por ser un tanque de concreto reforzado se propone una figura geométrica cuadrada, con una altura de 2.25 m (1.90 m de altura efectiva y 0.35 m de borde libre), y, 4.00 m de ancho y largo.

Figura 4: Dimensionamiento de tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.Capacidad de almacenamiento

AÑO	CONSUMO PROMEDIO		ALMACENAMIENTO		
			40% DEL CPD		
	GPD	LPD	Galones	m3	litros
2019	12.170	46.125	4.868	18,45	18.450
2020	12.474	47.278	4.990	18,91	18.911
2021	12.786	48.460	5.115	19,38	19.384
2022	13.106	49.672	5.242	19,87	19.869
2023	13.434	50.913	5.373	20,37	20.365
2024	13.769	52.186	5.508	20,87	20.874
2025	14.114	53.491	5.645	21,40	21.396
2026	14.467	54.828	5.787	21,93	21.931
2027	14.828	56.199	5.931	22,48	22.480
2028	15.199	57.604	6.080	23,04	23.042
2029	15.579	59.044	6.232	23,62	23.618
2030	15.968	60.520	6.387	24,21	24.208
2031	16.368	62.033	6.547	24,81	24.813
2032	16.777	63.584	6.711	25,43	25.434
2033	17.196	65.173	6.878	26,07	26.069
2034	17.626	66.803	7.050	26,72	26.721
2035	18.067	68.473	7.227	27,39	27.389
2036	18.518	70.185	7.407	28,07	28.074
2037	18.981	71.939	7.593	28,78	28.776
2038	19.456	73.738	7.782	29,50	29.495
2039	19.942	75.581	7.977	30,23	30.232

Fuente: Propia

5.16. Red de distribución

La red de distribución es un circuito abierto que funcionara por gravedad esta se analizará bajo la siguiente condición: Consumo máximo hora del Año 2039 (Fin de período); Con el objetivo de determinar los diámetros de las tuberías y presiones máximas y mínimas de operación en el sistema de distribución en nodos.

La red de distribución la conforman 1,175.5 m de tuberías PVC SDR 26 sirviendo al 100 % el barrio por el sistema.

5.16.1. Análisis hidráulico

La red de distribución es un circuito abierto que funcionara por gravedad esta se analizará bajo la siguiente condición: Consumo máximo hora del Año 2039 (Fin de período); Con el objetivo de determinar los diámetros de las tuberías y presiones máximas y mínimas de operación en el sistema de distribución en nodos. Cabe mencionar que las presiones máximas y mínimas en las redes de distribución deben de estar entre los rangos de 14 m.c.a y 50 m.c.a según las normas urbanas nacionales.

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario.

5.16.2. Análisis con cero consumos en la red

El nodo con la menor presión calculada en la red, es el 4, este tiene una cota topográfica de 296 m.s.n.m. y la presión es de 20.26 m.c.a, según el análisis realizado.

El nodo 7, posee la mayor presión calculada en la red, con una cota topográfica de 287.53 m.s.n.m. y presión de 28.73 m.c.a, (Ver ANEXO 6).

5.16.3. Análisis con consumo máximo horario en la red

Al igual que en el análisis con cero consumos definidos anteriormente se encontró el nodo 4 y nodo 7 donde se concentran las presiones mínimas y máximas respectivamente del sistema.

La presión mínima es de 14 m.c.a y se registra en el nodo 4. La presión máxima es de 23.29 m.c.a y se registra en el nodo 7. (Ver ANEXO 5). Con el consumo máxima hora no se encontraron presiones por encima de los 50 m.c.a.

5.17. Conexiones domiciliarias

Se instalarán 102 conexiones domiciliarias con tubería de ½", a cada una se le instalará su respectivo medidor, a la hora de construir el proyecto, luego se irán instalando conforme aparecen demandas de nuevas viviendas.

5.18. Costo del proyecto

El costo aproximado para llevar a cabo el proyecto de agua potable en el Barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, departamento de Chontales es de C\$1.649.336,82. (Ver anexo#24).

5.19. Emplazamiento ambiental

El emplazamiento ambiental es básicamente la descripción del área que será influenciada por el proyecto para evaluar los posibles factores contaminantes que impidan la realización del proyecto así como los elementos ambientales que pueden ser dañados a causa de la ejecución del mismo.

En cuanto al área de la fuente de captación no se observa problemas en cuanto a algún factor que impida la construcción de la estación de bombeo y la instalación de tubería de conducción, los posibles daños que podría tener este sitio en cuanto a la ejecución del proyecto son:

- Previamente al inicio del proyecto deberá prepararse o limpiarse el terreno, esto puede generar modificaciones en la capa vegetal aunque en pequeña escala, posteriormente se puede impulsar campañas de reforestación.
- Las excavaciones que radican en la apertura del suelo natural para llegar hasta la profundidad requerida para edificar las estructuras que formaran parte de la estación de bombeo puede generar emisión de polvo, gases y generar un poco de ruido por eso los encargados del proyecto deberá tener orden con los materiales al momento de la construcción y hacer la limpieza final del sitio.
- De igual forma para la colocación de la tubería de conducción y distribución que formarán parte del sistema de agua potable deberá hacerse una excavación que de la misma manera genera la modificación de la cubierta vegetal, emisión de polvo y de ruidos al momento de utilizar retroexcavadoras o hacerlo manual, para ello se hará posteriormente un relleno y compactación que permita dejar el suelo lo más cercano a sus condiciones iniciales.

- La construcción del tanque de almacenamiento puede generar también modificaciones en las capas de suelo pues debe hacerse una limpieza del terreno y cimentar sobre el mismo, puede crear además un poco de incomodidad a los habitantes, puesto que cerca de esta zona hay viviendas que pueden verse afectados un poco al manifestarse emisiones de polvo y/o ruidos.

Para mitigar este efecto posterior al proyecto puede impulsarse una campaña de reforestación, de igual forma deberá advertirse e informar previamente a los habitantes cercanos al sitio de las posibles molestias por la naturaleza del proyecto para evitar de este modo inconformidades y/o quejas.

Todos estos pequeños efectos que causara la realización de este proyecto, son mínimos, puesto que no es una obra de gran envergadura que vaya a causar un impacto grave sobre el ambiente, no obstante aunque en pequeña escala estará propenso a las modificaciones antes nombradas. Para ello podrán tomarse diversas acciones antes mencionadas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

"La gente que está lo suficientemente loca para pensar que pueden cambiar el mundo, son aquellas que lo consiguen"

Rob Siltanen



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Tomando en cuenta las características del barrio en estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. El proyecto de abastecimiento de agua potable es una necesidad evidente que demanda la población del barrio El Rodeo del municipio de San Francisco de Cuapa, la cual ha demostrado su entera disposición para la ejecución del mismo. Se estimó una tasa de crecimiento poblacional de 2.5% (mínima establecida por normas nacionales) en base a la cual se estima una población de 1,008 habitantes para el año 2039, la cual será cubierta en un 100%.
2. El levantamiento topográfico se realizó siguiendo la ruta de las viviendas a lo largo de la vía de transporte del área de estudio, donde se determinó las elevaciones y la ubicación de la red de distribución como también el sitio del tanque de almacenamiento, donde se encontró que no hay inconvenientes para realizar el sistema de abastecimiento propuesto.
3. Se dimensionaron cada uno de los elementos que componen el sistema: Estación de bombeo, línea de conducción (2,970 mts de 2" diámetro SDR-17), tanque de almacenamiento (27 m³), bomba dosificadora de cloro (3.38 GPD – 190 PSI), 1,175.45 m de red de distribución (746 m de 2", 190 m de 1 ½", 241 m de 1" de diámetro, con cedula de tubería SDR-26, todas ellas según los criterios establecidos por las normas nicaragüenses para diseño de abastecimiento de agua potable para el área urbana NTON 09-003-99.
4. El análisis efectuado por el software Epanet 2.0 vE realizó una simulación del comportamiento hidráulico del sistema obteniendo para los consumos de máxima hora presiones que varían entre 14 mca a 23.29 mca, de igual manera se analizaron las velocidades y la mayoría se encuentra dentro de los rangos establecidos por las normas, se propone colocar válvulas de limpieza en las zonas más bajas de la red para evitar la acumulación de sedimentos.
5. El costo total de la obra es de C\$1.649.336,82 lo cual es una cantidad aceptable, considerando la cantidad de habitantes a servir, y el nivel de vida de estos y tomando en cuenta que el costo per cápita es de C\$1.636.24.

6. Se hizo una evaluación del emplazamiento ambiental de la obra donde deduce que no existen factores ambientales que impidan la realización del proyecto ni se estima que la ejecución del mismo provoque daños significativos a su ecosistema.
7. Se realizaron los planos del proyecto.

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda la ejecución de proyecto, debido a su importante necesidad en el barrio El Rodeo.
2. Al llevarse a cabo la ejecución del proyecto se recomienda hacer el diseño de un sistema de filtración para reducir el valor de la conductividad eléctrica presente en la fuente en estudio y de este modo evitar daños en la salud de los pobladores del barrio El Rodeo.
3. Eliminar focos de contaminación en al menos un radio de 30 m alrededor del pozo y tanque.
4. Obtener documento de legalidad del terreno del tanque.
5. Impulsar campañas de reforestación del sitio de captación, esto con el fin de aumentar la filtración y productividad del agua subterránea.
6. Velar por el funcionamiento del comité ambiental para que se articule con todos los sectores para que se garantice el cumplimiento y el respeto de las normas ambientales, con el fin de garantizar la calidad del vital líquido.
7. A Enacal, hacer los estudios pertinentes para ver la posibilidad de extender el sistema para abastecer a otros barrios, debido al excedente caudal de bombeo del pozo.

BIBLIOGRAFIA

"El agua es crítica para el desarrollo sostenible, incluyendo la integridad del medio ambiente y el alivio de la pobreza y el hambre, y es indispensable para la salud y bienestar humano"

Naciones Unidas



BIBLIOGRAFIA

Alcaldia Municipal de San Francisco de Cuapa. (10 de septiembre de 2012). Caracterización municipal San Francisco de Cuapa. San Francisco de Cuapa, Chontales, Nicaragua.

Alvaro, M. &. (Septiembre de 2015). Monografía. "Propuesta de diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el asentamiento 23 de octubre de la comunidad Limon #1 del municipio de Tola, Rivas". Managua, Nicaragua.

CAPRE. (1994). Norma Regional de calidad del agua para consumo humano . Costa Rica .

Castillo, H. R. (Junio de 2016). Monografía. *Diseño de sistema de agua potable en la comunidad los Jobos municipio de esteli*. Managua, Nicaragua .

Comision Nacional del Agua. (Diciembre de 2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento . Coyoacan , D.F, Mexico .

Gema, J. &. (Febrero de 2002). Monografía. *Factibilidad tecnica-economica del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Juigalpa*. Managua, Nicaragua.

Organizacion Mundial de la Salud (OMS). (Agosto de 2015). Boletin Informativo . *El agua*.

Viquez, C. H. (Febrero de 2016). Monografía. *Calidad del agua para consumo humano*. Heredia , Heredia , Costa Rica.

ANEXOS



**"Nunca reconoceremos el valor del agua, hasta que el pozo
esté seco"**

Thomas Fuller

